



**TUGAS AKHIR - MN141581**

**STUDI PEMANFAATAN KONVERSI LAHAN GALANGAN  
MENJADI TERMINAL PELABUHAN DENGAN METODE  
FUZZY AHP: STUDI KASUS PT DOK DAN PERKAPALAN  
SURABAYA**

ROSA DEWI PRIBAWATI

NRP. 4109 100 030

Ir. Murdjito M.Sc.Eng.

Achmad Mustakim S.T., M.T., MBA.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

Program Studi Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya



---

**TUGAS AKHIR - MN141581**

**STUDI PEMANFAATAN KONVERSI LAHAN GALANGAN  
MENJADI TERMINAL PELABUHAN DENGAN METODE  
FUZZY AHP: STUDI KASUS PT DOK DAN PERKAPALAN  
SURABAYA**

ROSA DEWI PRIBAWATI

NRP. 4109 100 030

Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.

Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

Program Studi Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



---

**FINAL PROJECT - MN141581**

**STUDY OF LAND CONVERSION OF SHIPYARD AREA FOR  
PORT TERMINAL USING FUZZY AHP METODHE: CASE  
STUDY PT DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA**

ROSA DEWI PRIBAWATI

NRP. 4109 100 030

Ir. Murdjito M.Sc.Eng.

Achmad Mustakim S.T., M.T., MBA.

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING

Study Programme of Marine Transportation

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2017



**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI PEMANFAATAN KONVERSI LAHAN GALANGAN MENJADI  
TERMINAL PELABUHAN DENGAN METODE FUZZY: STUDI KASUS  
PT DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada**

**Bidang Studi Transportasi Laut  
Program S1 Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh:**

**ROSA DEWI PRIBAWATI**

**NRP. 4109 100 030**

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Murdijito, M.Sc., Eng.**  
**NIP. 19650123 199603 1 001**



**Dosen Pembimbing II**



**Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.**  
**NIP. 19880605 201504 1 003**

**SURABAYA, JULI 2017**



## LEMBAR REVISI

### STUDI PEMANFAATAN KONVERSI LAHAN GALANGAN MENJADI TERMINAL PELABUHAN DENGAN METODE FUZZY: STUDI KASUS PT DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA

#### TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai dengan Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 11 Juli 2017

Bidang Studi Transportasi Laut  
Program S1 Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

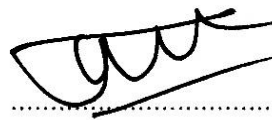
Oleh:

**ROSA DEWI PRIBAWATI**

NRP. 4109 100 030

Disetujui oleh Dosen Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
2. Christino Boyke S.P., ST, M.T.
3. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

 28  
07 '17

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.
2. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA,



**SURABAYA, JULI 2017**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ir. Murdjito, M.Sc.Eng dan Achmad Mustakim, S.T, M.T, MBA selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D., M.Sc, Dr. Eng IGN Sumanta Buana, ST., M.Eng, Christino Boyke S.P.,ST , MT, dan Ibu Siti dwi Lazuardi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D selaku Ketua Jurusan Tansportasi Laut dan sekaligus Dosen Wali penulis;
4. Seluruh Dosen pengajar Departemen Teknik Transportasi Laut yang telah memberikan ilmu dan waktunya selama masa perkuliahan;
5. Kedua orang tua penulis, serta Kakak dan Adik penulis, yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materiil, terima kasih atas dukungan dan do'anya yang tiada putus untuk penulis;
6. Teman-teman Laksamana angkatan 2009, yang tak lelah senantiasa memberi cambukan semangat dan bantuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini;

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2017

Rosa Dewi Pribawati

# **STUDI PEMANFAATAN KONVERSI LAHAN GALANGAN MENJADI TERMINAL PELABUHAN DENGAN METODE FUZZY- AHP: STUDI KASUS PT DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA**

Nama Mahasiswa : ROSA DEWI PRIBAWATI  
NRP : 4109 100 030  
Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan/Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.  
2. Achmad Mustakim, S.T, M.T, MBA.

## **ABSTRAK**

Peningkatan permintaan arus barang setiap tahun menuntut adanya fasilitas terminal pelabuhan untuk dapat mengakomodasi muatan dan kapal dengan benar dan efektif, sehingga dapat mengatasi kemacetan yang ada di pelabuhan. Hal ini dapat berkontribusi secara signifikan untuk mengurangi *dwelling time* dan biaya logistik barang. PT Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya berencana memperluas terminalnya untuk menangani pertumbuhan arus barang tiap tahun tersebut. Dikarenakan keterbatasan lahan di kawasan Tanjung Perak, maka PT Pelabuhan Tanjung Perak berencana untuk mengkonversi lahan galangan PT Dok dan Perkapalan Surabaya, yang terletak di kawasan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, menjadi terminal pelabuhan. Beberapa kemungkinan untuk mengkonversi area galangan kapal menjadi terminal pelabuhan, antara lain: Terminal Peti Kemas, Terminal Curah Kering, Terminal Curah Cair atau Terminal Ro-Ro/*General Cargo*. Studi ini dilakukan untuk menganalisis kemungkinan konversi terminal galangan kapal menjadi terminal pelabuhan dengan menggunakan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (Fuzzy-AHP). Sebagai kriteria yang digunakan dalam studi ini adalah kapasitas terpasang, proyeksi profitabilitas, dan dampak lingkungan. Berdasarkan analisis studi, didapatkan bahwa indeks prioritas kebutuhan kapasitas pelabuhan adalah 0,435, proyeksi profitabilitas adalah 0,434 dan dampak lingkungan adalah 0,131. Responden dalam studi ini adalah berbagai pemangku kegiatan pelabuhan seperti operator pelabuhan, perusahaan pelayaran, perusahaan pengirim barang, dll. Hasil kuesioner AHP diverifikasi dengan data historis Pelabuhan Tanjung Perak. Studi ini menunjukkan bahwa prioritas konversi area galangan kapal menjadi Terminal Petikemas sebagai prioritas utama.

Kata kunci: konversi lahan galangan, pemilihan jenis terminal pelabuhan, *Fuzzy AHP*.

# **STUDY OF LAND CONVERSION OF SHIPYARD AREA FOR PORT TERMINAL USING FUZZY AHP METHODHE: CASE STUDY PT DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA**

Author : ROSA DEWI PRIBAWATI  
NRP : 4109 100 030  
Department / Faculty : Naval Architecture and Shipbuilding  
Engineering / Marine Technology  
Supervisor : 1. Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.  
2. Achmad Mustakim, S.T, M.T, MBA.

## **ABSTRACT**

The annual increase of the demand of cargo flow requests the facilities of a port's terminal to handle cargo and ship properly and effectively, so that it should be no significant congestion at port terminal. It can contribute significantly to reduce the dwelling time and the logistic cost of the cargoes. PT Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya has a plan to expand his terminal to accommodate the annual growth of the cargoes flow. The land availability for terminal expansion in Tanjung Perak's area is very limited. Therefore PT Pelabuhan Tanjung Perak has a plan to converse the area of the ship yard of PT Dok dan Perkapalan Surabaya, where is located in the port of Tanjung Perak Surabaya's area, to be a port terminal. There are many possibilities to converse the shipyard area to the terminal i.e. Container Terminal, Dry Bulk Terminal, Liquid Cargo Terminal or Ro-Ro/ General Cargo Terminal. This study is carried out to analyze the possibility conversions of the shipyard terminal to be a port terminal using Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP). As criteria in this study it were port capacity requirements, port profitability projection and environmental impact. It is found that the priority index of port capacity requirement is 0.435, port profitability projection is 0.434 and the environmental impact is 0.131. The respondents were various port activities such as port operator, shipping companies, shipper, etc. The results of the AHP questionnaires are verified with the historical data of the Port Tanjung Perak. The study has shown that the priority of the shipyard area conversion is to be a Container Terminal as the first priority.

Key words: shipyard area conversion, terminal type selection, Fuzzy-AHP.



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR REVISI.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan .....	5
1.5 Manfaat .....	5
1.6 Hipotesis .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Konversi Lahan .....	7
2.2 Pelabuhan.....	8
2.2.1 Terminal Petikemas .....	9
2.2.2 Terminal <i>General Cargo</i> .....	11
2.3 Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> .....	12
2.3.1 Langkah-langkah AHP .....	13
2.4 <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> .....	14
2.4.1 Triangular Fuzzy Number (TFN) .....	15
2.4.2 Analisa synthetic extent.....	16

2.4.3	Normalisasi Indeks .....	18
2.4.4	Langkah-Langkah Perhitungan <i>Fuzzy AHP</i> .....	18
2.5	Analisis Permintaan .....	19
2.5.1	Prosedur Analisis .....	20
2.6	Peramalan/Proyeksi.....	20
2.6.1	Metode Peramalan Kausal: Analisis Regresi.....	21
2.6.2	Ketepatan Metode Peramalan .....	22
2.7	Analisis Biaya .....	23
2.7.1	Biaya ( <i>Cost</i> ).....	23
2.7.2	Kriteria Penilaian Investasi.....	24
BAB III METODOLOGI .....		29
3.1	Tahapan Studi Tugas Akhir .....	29
3.1.1	Tahap Identifikasi Masalah .....	29
3.1.2	Perumusan Masalah dan Tujuan.....	29
3.1.3	Tahap Studi Literatur .....	29
3.1.4	Tahap Pengumpulan Data.....	30
3.1.5	Tahap Pengolahan Data .....	30
3.1.6	Tahap Pengambilan Keputusan .....	30
3.2	Tahap Kesimpulan dan Saran .....	31
3.3	Bagan Alir ( <i>Flow Chart</i> ).....	31
BAB IV GAMBARAN UMUM.....		33
4.1	Proyeksi <i>Demand Side</i> dari Arus Barang .....	37
4.2	Kapasitas Eksisting Pelabuhan Tanjung Perak.....	40
4.2.1	Perbandingan Kapasitas Eksisting dan Arus .....	44
4.3	Lokasi PT Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero).....	46
BAB V ANALISIS dan PEMBAHASAN.....		49

5.1	Analisis Profitabilitas Terminal Pelabuhan Rencana.....	49
5.1.1	Terminal Petikemas .....	53
5.1.2	Terminal Curah Kering.....	58
5.1.3	Terminal Curah Cair .....	62
5.1.4	Terminal General Cargo .....	68
5.2	Analisis Dampak Lingkungan.....	73
BAB VI METODE PENGAMBILAN KEPUTUSAN .....		75
6.1	Penentuan Hierarki Pengambilan Keputusan .....	75
6.2	PemIndeksan Tiap Kriteria yang Teridentifikasi.....	76
6.2.1	Konsistensi.....	76
6.2.2	Indeks Setiap Kriteria .....	77
6.2.3	Indeks Kriteria Terpilih .....	81
BAB VII PENUTUP .....		87
6.1	Kesimpulan .....	87
6.2	Saran .....	87
DAFTAR PUSTAKA.....		89
LAMPIRAN .....		91
BIODATA PENULIS .....		93

## DAFTAR TABEL

Table 4-1 Produk Domestik Regional Bruto Jawa Timur .....	37
Table 4-2 Arus Barang di Pelabuhan Tanjung Perak dari tahun 2009 - 2014.....	38
Table 4-3 Standar Kinerja B/M Barang Non Petikemas .....	41
Table 4-4 Standar Kinerja B/M Petikemas.....	41
Table 4-5 Jumlah Alat Bongkar/Muat di Pelabuhan Tanjung Perak.....	42
Table 4-6 Pembagian Terminal menurut komoditas yang dilayani.....	42
Table 4-7 Kapasitas dermaga berdasarkan pada jenis komoditas (arus) .....	43
Table 4-8 Kapasitas gudang dan lapangan penumpukan selama satu tahun .....	44
Table 4-9 Kapasitas Eksisting Total.....	44
Table 4-10 Selisih Kapasitas Eksisting yang tersedia dan Arus Barang .....	45
Table 4-11 Dermaga dan Tambatan PT. Dok & Perkapalan Surabaya .....	48
Table 5-1 Harga Satuan Pengerukan Alur Pelayaran .....	50
Table 5-2 Tarif Pelayanan Bongkar/Muat Petikemas.....	52
Table 5-3 Tarif Pelayanan Bongkar/Muat Barang Non Petikemas .....	52
Table 5-4 Harga satuan Pokok Kegiatan khusus persiapan lahan .....	55
Table 5-5 Nilai Investasi Terminal Petikemas .....	55
Table 5-6 Biaya Operasional Terminal Petikemas .....	56
Table 5-7 Jumlah Arus yang perlu dilayani (Petikemas) dan Pendapatan .....	57
Table 5-8 Harga satuan Pokok Kegiatan khusus persiapan lahan .....	59
Table 5-9 Nilai Investasi Terminal Curah Kering .....	60
Table 5-10 Biaya Operasional Terminal Curah Kering.....	61
Table 5-11 Jumlah Arus yang perlu dilayani (Curah Kering) dan Pendapatan.....	62
Table 5-12 Harga satuan Pokok Kegiatan khusus persiapan lahan .....	64
Table 5-13 Nilai Investasi Terminal Curah Cair .....	65
Table 5-14 Biaya Operasional Terminal Curah Cair.....	66
Table 5-15 Jumlah Arus yang perlu dilayani (Curah Cair) dan Pendapatan .....	67
Table 5-16 Harga satuan Pokok Kegiatan khusus persiapan lahan .....	69
Table 5-17 Nilai Investasi Terminal General Cargo .....	70
Table 5-18 Biaya Operasional Terminal General Cargo .....	71
Table 5-19 Jumlah Arus yang perlu dilayani (General cargo) dan Pendapatan .....	72
Table 5-20 Hasil Perhitungan Profitabilitas Tiap Jenis Terminal .....	73



Table 5-21 Dampak Lingkungan yang Mungkin .....	73
Table 5-22 Dampak Lingkungan setelah adanya Penanganan .....	74
Table 6-1 Matriks Berpasangan Kriteria Setiap Responden .....	76
Table 6-2 Konsistensi Rasio Penilaian Setiap Responden .....	77
Table 6-3 Pairwise Comparasion Kriteria Kapasitas Terpasang .....	78
Table 6-4 Vektor Prioritas Kriteria Kapasitas Terpasang .....	78
Table 6-5 Nilai Fuzzy Konveks Pada Kriteria Kapasitas Terpasang .....	79
Table 6-6 Pairwise Comparasion Kriteria Profitabilitas.....	79
Table 6-7 Vektor Prioritas Kriteria Profitabilitas .....	79
Table 6-8 Nilai Fuzzy Konveks Pada Kriteria Profitabilitas.....	80
Table 6-9 Pairwise Comparasion Kriteria dampak Lingkungan .....	80
Table 6-10 Vektor Prioritas Kriteria dampak Lingkungan.....	80
Table 6-11 Nilai Fuzzy Konveks Pada Kriteria Dampak Lingkungan.....	81
Table 6-12 Nilai Indeks Kriteria.....	81
Table 6-13 Nilai Indeks Subkriteria Kapasitas Terpasang .....	82
Table 6-14 Nilai Indeks Kriteria Profitabilitas .....	82
Table 6-15 Nilai Indeks Kriteria Dampak Lingkungan .....	82
Table 6-16 Nilai Tiap Kriteria Terpilih Berdasarkan Tiap Jenis Terminal .....	83
Table 6-17 Nilai Indeks Kriteria Kapasitas Terpasang .....	83
Table 6-18 Nilai Indeks Kriteria Profitabilitas .....	83
Table 6-19 Nilai Indeks Kriteria Dampak Lingkungan .....	84
Table 6-20 Indeks Kriteria berdasarkan Jenis Pelabuhan.....	85
Table 6-21 Nilai total tiap jenis terminal Pelabuhan .....	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1. Realisasi Arus Petikemas .....	2
Gambar 1-2. Realisasi Arus Curah Kering .....	2
Gambar 1-3. Realisasi Arus Kapal .....	3
Gambar 2-1. Lapangan penumpukan petikemas PT Terminal Petikemas Surabaya.....	11
Gambar 2-2 Terminal Kalimas yang sedang melayani bongkar-muat <i>general cargo</i> ....	12
Gambar 2-3 Hierarki Model AHP .....	12
Gambar 3-1 Diagram Alur Pengerjaan ( <i>Flow Chart</i> ).....	32
Gambar 4-1 Peta Pelabuhan Tanjung Perak .....	33
Gambar 4-2 Arus barang pelabuhan Tanjung Perak dari tahun 2009 – 2014 .....	38
Gambar 4-3 Proyeksi arus barang sampai tahun 2040 .....	40
Gambar 4-4 PT Dok dan Perkapalan Surabaya Tampak dari atas .....	47
Gambar 6-1 Struktur Hierarki Pengambilan Keputusan.....	75

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

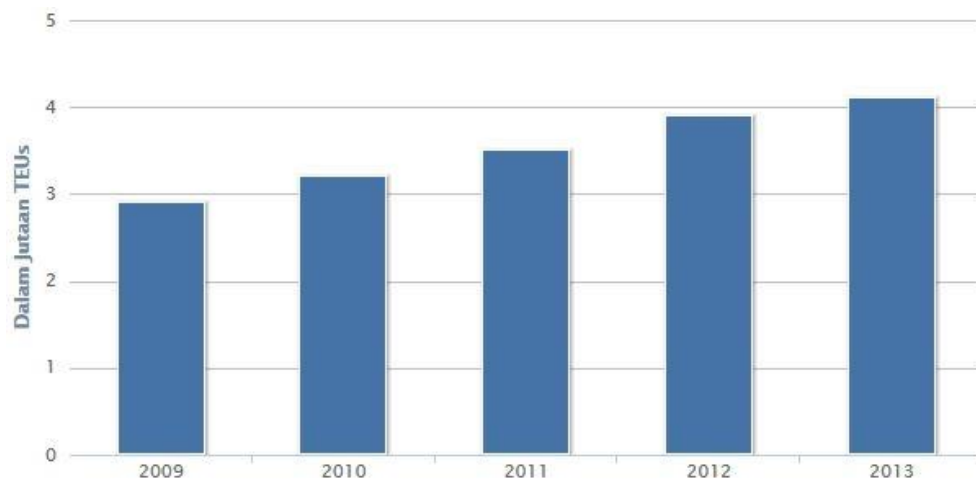
### **1.1 Latar Belakang**

Menurut Peraturan Pemerintah No.69 Tahun 2001 Pasal 1 ayat 1, tentang Kepelabuhanan, pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya memegang peran penting dalam dunia transportasi laut, khususnya untuk wilayah Indonesia bagian timur. Wilayah Pelabuhan Tanjung Perak terbagi menjadi enam dermaga/terminal utama yang melayani bongkar – muat. Enam terminal tersebut antara lain: Terminal Mirah, Terminal Jamrud, Terminal Berlian, Terminal Nilam, Terminal Petikemas, dan Dermaga Kalimas. Keseluruhan wilayah tersebut memiliki tugas dan peran tersendiri sesuai dengan jenis barang atau komoditas yang ditangani (*cargo handling*).

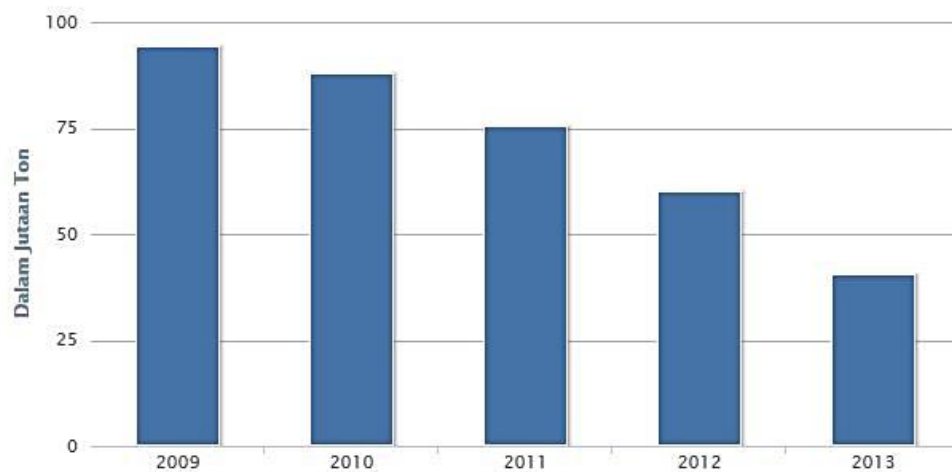
Kondisi yang terjadi dewasa ini pada Pelabuhan Tanjung Perak adalah adanya kepadatan (*overload*) yang menyebabkan *dwelling time* menjadi lama, begitupun dengan proses bongkar – muat. Pasalnya, sejauh ini arus barang yang melalui berbagai terminal di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya beberapa telah melebihi kapasitas batas maksimal terminal yang ada. Dengan semakin lamanya barang/komoditi menumpuk atau berada di pelabuhan, maka biaya logistiknya akan semakin tinggi pula.

Berdasarkan data dari PT. Pelindo III (Persero), bahwa pada tahun 2015, realisasi arus petikemas di Tanjung Perak Surabaya sudah mencapai 2,9 juta TEUs. Sedangkan, kapasitas Tanjung Perak Surabaya hanya mampu mencapai 2,7 juta TEUs. Kepala Humas PT Pelabuhan Indonesia III, Edi Priyanto mengatakan, hingga akhir 2014 arus petikemas yang masuk melalui Tanjung Perak tengah diprediksi mencapai 3,2 juta TEUs dan akan terus beranjak naik jika melihat dari refleksi grafik arus petikemas tiap tahunnya.



Gambar 1-1. Realisasi Arus Petikemas

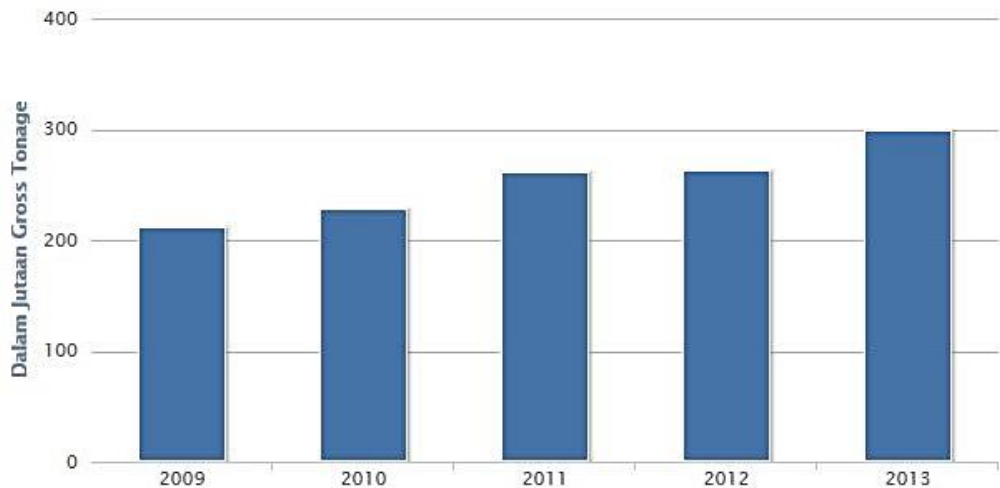
Menurutnya, hingga akhir 2014, perkiraan curah kering yang masuk melalui Tanjung Perak mencapai 7,7 juta ton. Sementara, kapasitas untuk bongkar muat curah kering di Tanjung Perak Surabaya hanya ada dikisaran 6,7 juta ton.



Gambar 1-2. Realisasi Arus Curah Kering



Sedangkan, lanjut Edi menjelaskan, pergerakan kapal hingga akhir 2014 diperkirakan akan mencapai 43.000 gerakan kapal dari kapasitas tersebut sebesar 27.000 gerakan kapal.



Gambar 1-3. Realisasi Arus Kapal

Pelabuhan Tanjung Perak menjadi urat nadi yang penting bagi kelancaran arus logistik nasional, terutama untuk wilayah Indonesia Timur. Dengan adanya masalah kepadatan yang berkepanjangan dapat menjadi suatu ganjalan yang mengurangi tingkat produktifitas kinerja pelabuhan.

Maka dari itu, diperlukan suatu solusi untuk bisa mengatasi hal tersebut di atas. Sehubungan dengan itu, PT PELINDO III mempunyai agenda mengenai penambahan lahan pelabuhan dengan mengalih fungsikan lahan milik PT Dok dan Perkapalan Surabaya dari yang semula adalah galangan kapal menjadi lahan pelabuhan dengan jenis komoditas dan fungsi yang sesuai dengan kondisi lahan dan kawasannya.

Berlatar belakang kondisi di atas, maka perlu diadakan suatu studi tentang pemanfaatan yang membahas konversi atau pengalihan fungsi lahan tersebut menjadi terminal pelabuhan yang paling sesuai menurut kriteria – kriteria dan *performance index* pelabuhan.

Studi pemanfaatan konversi lahan merupakan kegiatan awal sebagai kajian umum dan penjajakan awal untuk pengumpulan atau mendapatkan data dan informasi tentang kemungkinan suatu lahan yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan. Berdasarkan hasil studi potensi ini menjadi masukan untuk pengambil keputusan untuk dilakukan pengalihan fungsi terhadap lahan tersebut.

Untuk mengetahui keputusan apa yang akan diambil terhadap rencana pengalihan fungsi lahan tersebut, yang diharapkan dapat membantu mengurangi masalah kepadatan di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, maka penulis akan mengambil Studi berupa Tugas Akhir yang berjudul “STUDI PEMANFAATAN KONVERSI LAHAN GALANGAN MENJADI TERMINAL PELABUHAN DENGAN METODE FUZZY AHP: STUDI KASUS PT DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA”.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dengan melihat latar belakang masalah di atas, maka pokok permasalahan yang harus dipecahkan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Apa sajakah indikator/kriteria utama yang menentukan suatu jenis terminal pelabuhan?
2. Bagaimana penilaian kriteria yang teridentifikasi untuk terminal pelabuhan rencana?
3. Bagaimana model pengambilan keputusan untuk menentukan jenis terminal pelabuhan yang sesuai?
4. Apakah jenis terminal pelabuhan yang sesuai untuk konversi lahan tersebut?

## **1.3 Batasan Masalah**

Penyusunan tugas akhir ini memerlukan batasan – batasan masalah yang berfungsi untuk membatasi agar masalah yang diteliti tidak melebar dari bahasan. Di samping itu, juga untuk megefektifkan proses penulisan agar lebih terarah. Batasan – batasan tersebut sebagai berikut:

1. Pemilihan jenis terminal pelabuhan yang paling sesuai berdasarkan pada analisis permintaan atas komoditas yang sedang mengalami peningkatan.
2. Selama Studi, faktor *eksternal* (kondisi perekonomian, politik dan sosial) diasumsikan dalam keadaan stabil.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui dan memahami indikator yang menentukan suatu terminal pelabuhan dapat dikatakan baik.
2. Mengetahui dan memahami penilaian kriteria yang teridentifikasi untuk terminal pelabuhan rencana.
3. Menentukan model pengambilan keputusan dalam memilih jenis terminal pelabuhan yang sesuai.
4. Menentukan jenis konversi lahan yang sesuai untuk dialihfungsikan sebagai terminal pelabuhan.

#### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mampu memberikan sumbangan pengetahuan tentang studi pemanfaatan konversi lahan untuk kegiatan bisnis kepelabuhan.
2. Diharapkan dapat menjadi sumbangan pemikiran untuk mengurangi masalah kepadatan (*overload*) di Pelabuhan Tanjung Perak.
3. Diharapkan dapat menjadi sumbangan pengetahuan tentang konversi lahan PT. Dok Perkapalan Surabaya (Persero) menjadi jenis terminal pelabuhan yang sesuai.

#### **1.6 Hipotesis**

Hipotesis awal dari tugas akhir yang berjudul “STUDI PEMANFAATAN KONVERSI LAHAN GALANGAN MENJADI TERMINAL PELABUHAN DENGAN METODE FUZZY: STUDI KASUS PT DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA” ini adalah kapasitas yang tersedia di pelabuhan merupakan salah satu

indikator utama yang menentukan jenis terminal pelabuhan yang dipilih. Diharapkan adanya upaya pengalihan fungsi lahan PT. Dok Perkapalan Surabaya yang berada di area Pelabuhan Tanjung Perak sebagai terminal pelabuhan yang paling sesuai dapat mengatasi adanya masalah kepadatan (*overload*) di Pelabuhan Tanjung Perak.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Konversi Lahan

Konversi lahan berarti alih fungsi atau mutasi lahan secara umum menyangkut transformasi dalam pengalokasian sumber daya lahan dari satu penggunaan ke penggunaan lainnya. Berdasarkan faktor-faktor penggerak utama konversi lahan, pelaku, pemanfaatan dan proses konversi, maka tipologi konversi terbagi menjadi tujuh tipologi, yaitu:

1. Konversi gradual-berpola sporadik, pola konversi yang diakibatkan oleh dua faktor penggerak utama yaitu lahan yang tidak/kurang produktif/bermanfaat secara ekonomi dan keterdesakan pelaku konversi.
2. Konversi sisitematik berpola *enclave*, pola konversi yang mencakup wilayah dalam bentuk sehamparan tanah secara serentak dalam waktu yang relatif sama.
3. Konversi adaptif demografi, pola konversi yang terjadi karena kebutuhan tempat tinggal/pemukiman akibat adanya pertumbuhan pendudukan.
4. Konversi yang disebabkan oleh masalah sosial, pola konversi yang terjadi karena motivasi untuk berubah dari kondisi lama untuk keluar dari sektor utama.
5. Konversi tanpa beban, pola konversi yang dilakukan oleh pelaku untuk melakukan aktivitas menjual tanah kepada pihak pemanfaat yang selanjutnya dimanfaatkan untuk peruntukan lain.
6. Konversi adaptasi agraris, pola konversi yang terjadi karena keinginan untuk meningkatkan hasil pertanian dan membeli tanah baru ditempat tertentu.
7. Konversi multi bentuk atau tanpa pola, konversi yang diakibatkan berbagai faktor peruntukan seperti pembangunan perkantoran, sekolah, koperasi, perdagangan, dan sebagainya.

Berdasarkan pengertian jenis konversi di atas, maka pada studi kasus yang dibahas di Tugas Akhir ini adalah konversi multi bentuk atau tanpa pola. Konversi lahan

PT Dok dan Perkapalan Surabaya ini dimaksudkan untuk pemanfaatan lahan sebagai penambahan lahan daripada pelabuhan tanjung perak untuk memajukan kegiatan bisnis kepelabuhannya.

## **2.2 Pelabuhan**

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar-moda transportasi. Sedangkan kepelabuhanan adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan pelaksanaan fungsi pelabuhan untuk menunjang kelancaran, keamanan, dan ketertiban arus lalu lintas kapal, penumpang dan/atau barang, keselamatan-keamanan berlayar, tempat perpindahan intra-dan/atau antarmoda serta mendorong perekonomian nasional dan daerah dengan tetap memperhatikan tata ruang wilayah.

Pengertian pelabuhan dapat dirujuk dalam UU No. 21 Tahun 1992 tentang pelayaran. Disebutkan bahwa pelabuhan merupakan tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau aktivitas bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi. Dari pengertian tersebut, definisi pelabuhan mencakup prasarana dan sistem transportasi, yaitu suatu lingkungan kerja terdiri dari area daratan dan perairan yang dilengkapi dengan fasilitas untuk berlabuh dan bertambatnya kapal, guna terselenggaranya bongkar muat barang serta turun naiknya penumpang dari suatu moda transportasi laut (kapal) ke moda transportasi lainnya atau sebaliknya.

Menurut peraturan pemerintah RI No. 69 tahun 2001 tentang kepelabuhanan, yang dimaksud pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di

sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Menurut jenis pelayanannya terdapat 2 (dua) jenis pelabuhan, yaitu:

1. Pelabuhan Umum

Pelabuhan umum adalah pelabuhan yang diselenggarakan untuk kepentingan masyarakat umum. Penyelenggaraan pelabuhan umum dilakukan oleh pemerintah dan pelaksanaannya dapat dilimpahkan kepada badan usaha yang didirikan dengan maksud dan tujuan tersebut.

2. Pelabuhan Khusus

Pelabuhan khusus adalah pelabuhan yang dikelola untuk kepentingan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu. Pengelolaan pelabuhan khusus adalah pemerintah, pemerintah provinsi, pemerintah kabupaten/kota atau Badan Usaha Indonesia yang memiliki Izin untuk mengelolakan pelabuhan khusus.

Terminal adalah fasilitas pelabuhan yang terdiri atas kolam sandar dan tempat kapal bersandar atau tambat, tempat penumpukan, tempat menunggu dan naik turun penumpang, dan/atau tempat bongkar muat barang.

### **2.2.1 Terminal Petikemas**

Terminal adalah suatu tempat untuk menampung kegiatan yang berhubungan dengan transportasi. Di dalam terminal terdapat kegiatan turun-naik dan bongkar-muat baik barang, penumpang atau peti kemas yang selanjutnya akan dipindahkan ke tempat tujuan (Sumardi, 2000).

Peti kemas (*container*) adalah suatu kotak besar yang terbuat dari bahan campuran baja dan tembaga (anti karat) dengan pintu yang dapat terkunci dan pada tiap sisi-sisi dipasang suatu fitting sudut dan kunci putar (*corner fitting and twist lock*), sehingga antara satu peti kemas dengan peti kemas lainnya dapat dengan mudah disatukan atau dilepaskan (Kramadibrata, 2002). Peti kemas adalah semua media yang di dalamnya dapat dimasukkan sesuatu barang atau tempat mengisi barang.

Terminal peti kemas sekurang-kurangnya dengan fasilitas berupa tambatan, dermaga, lapangan penumpukan (*container yard*), serta peralatan yang layak untuk melayani kegiatan bongkar muat peti kemas (Sumardi, 2000). Proses administrasi dan prosedur pelayanan bongkar muat peti kemas terdiri dari beberapa alur proses pelayanan (Sudjarmiko, 2006), antara lain: layanan bongkar dan layan muat peti kemas. Prosedur standar jasa bongkar peti kemas di terminal peti kemas yang berlaku secara umum, demikian juga halnya prosedur dan administrasi muat peti kemas. Selain itu terminal juga memberikan pelayanan penerimaan dan pengiriman peti kemas. Prosedur dan administrasi penerimaan dan pengiriman peti kemas juga pada prinsipnya berlaku umum di setiap terminal mana pun (Arwinas, 2000).

Terminal Petikemas adalah tempat perpindahan moda (*interface*) angkutan darat dan angkutan laut petikemas merupakan suatu area terbatas (*distriacted area*) mulai petikemas diturunkan dari kapal sampai dibawa keluar pintu Pelabuhan. Pengiriman barang dengan menggunakan Petikemas telah banyak dilakukan dan volumenya terus meningkat dari tahun ketahun. Terminal sebagai suatu *sub* sistem dari Pelabuhan lainnya yang berfungsi untuk menunjang kegiatan transportasi laut. Dimana, Terminal/Pelabuhan merupakan tempat pertemuan (*interface*) antara moda transportasi darat dan laut. Terminal bertanggung jawab terhadap pemindahan Petikemas dari moda transportasi darat ke laut atau sebaliknya.

Terminal Petikemas merupakan pertemuan antara angkutan laut dan angkutan darat, dan Petikemas (*Container*) sebagai wadah/gudang, alat angkut yang dilayani oleh Terminal/Pelabuhan Petikemas ini, jika dirinci fungsi inti dari Terminal Petikemas antara lain :

- Tempat pemuatan dan pembongkaran Petikemas dari kapal-truk atau sebaliknya.
- Pengepakan dan pembongkaran Petikemas.
- Pengawasan dan penjagaan Petikemas beserta muatannya.
- Penerimaan armada kapal.
- Pelayanan *cargo handling* Petikemas dan lapangan penumpukannya.



Gambar 2-1. Lapangan penumpukan petikemas PT Terminal Petikemas Surabaya

### 2.2.2 Terminal General Cargo

*General Cargo* adalah istilah yang biasanya digunakan untuk pengiriman barang – barang yang tahan lama yang tidak membutuhkan perlakuan khusus (*special treatment*). Apapun jenisnya, semua barang kiriman kecuali benda – benda pos dan bagasi penumpang baik yang diperdagangkan (ekspor-impor) maupun untuk keperluan lainnya (non komersial) dikategorikan sebagai kargo.

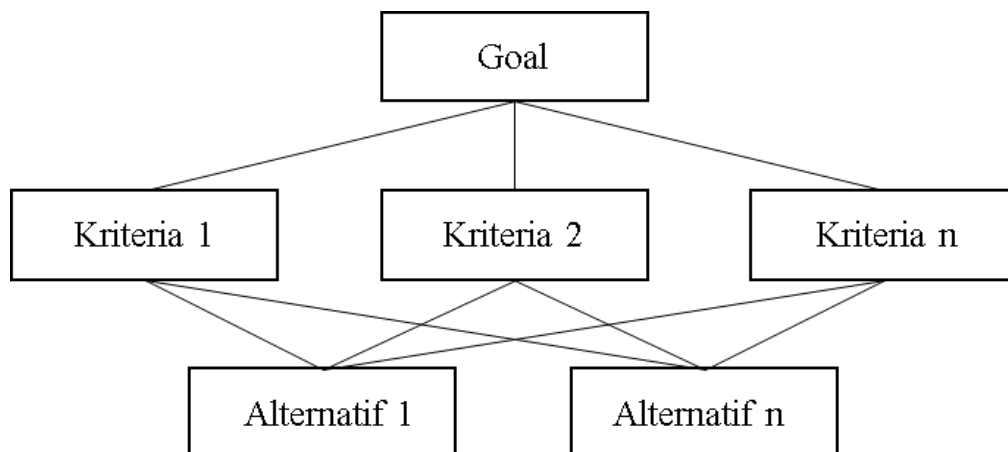
Berdasarkan pengertian cargo di atas, maka terminal *general cargo* merupakan tempat keluar – masuknya semua barang di pelabuhan yang tidak memerlukan perlakuan khusus yang masuk dalam sistem transportasi. Terminal general cargo menyediakan semua pelayanan yang dibutuhkan untuk menangani barang komoditas (cargo) yang bersifat umum, baik curah ataupun non curah, dari dan menuju kapal, begitupun juga untuk pegoperasian kapal Ro – Ro.



Gambar 2-2 Terminal Kalimas yang sedang melayani bongkar-muat *general cargo*

### 2.3 Metode *Analytical Hierarchy Process*

Metoda AHP adalah penilaian subjektif dari *expert* pada bidang permasalahan yang sedang diteliti. Metode ini dikembangkan oleh Thomas L. Saaty yang merupakan alat pengambil keputusan yang menguraikan suatu permasalahan ke dalam struktur hierarki dengan beberapa level yang terdiri dari goal, kriteria, sub kriteria dan alternative. Kelebihan dari metoda ini adalah kemampuan dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks. Metode AHP tidak hanya membantu analisis mencapai keputusan terbaik, tetapi juga dapat menghasilkan Indeks pemilihan dengan tingkat rasional yang tinggi (Handayani, 2009). Struktur hierarki AHP ditunjukkan seperti pada di bawah ini.



Gambar 2-3 Hierarki Model AHP



Pada metode AHP intinya adalah memecah-mecah suatu situasi yang kompleks, tidak terstruktur, kedalam kelompok-kelompok, menata setiap variabel kedalam suatu susunan hierarki , memberi nilai numerik pada pertimbangan subyektif tentang seberapa pentingnya variable terhadap variable lainnya kemudian mensintesis berbagai pertimbangan ini untuk menetapkan variabel mana yang memiliki Indeks prioritas dari tertinggi hingga terendah.

### 2.3.1 Langkah-langkah AHP

Berikut ini merupakan tahapan perhitungan dalam metode Analytical Hierarchy Process, antara lain:

1. Menentukan jenis kriteria yang digunakan.
2. Menyusun kriteria dalam bentuk matriks berpasangan.

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana  $n$  menyatakan jumlah kriteria yang dibandingkan,  $w_i$  Indeks untuk kriteria ke- $i$ , dan  $a_{ij}$  adalah perbandingan Indeks kriteria ke- $i$  dan  $j$ .

3. Menjumlah matriks kolom.
4. Menghitung nilai elemen kolom kriteria dengan rumus masing-masing elemen kolom dibagi dengan jumlah matriks kolom.
5. Menghitung nilai prioritas kriteria dengan rumus menjumlah matriks baris hasil langkah ke 4 dan hasilnya 5 dibagi dengan jumlah kriteria.
6. Menguji konsistensi setiap matriks berpasangan antar alternatif dengan rumus masing-masing elemen matriks berpasangan pada langkah 2 dikalikan dengan nilai prioritas kriteria. Hasilnya masing-masing baris dijumlah, kemudian hasilnya dibagi dengan masing-masing nilai prioritas kriteria sebanyak  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$

7. Menghitung Lamda max dengan rumus :

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \lambda}{n} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

8. Menghitung Indeks Konsistensi (CI ) dengan rumus :

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

9. Menghitung Rasio Konsistensi (CR) dengan rumus :

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana RI adalah indeks random konsistensi sudah ditentukan seperti pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Tabel Random Indeks

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Jika  $CR < 0,1$  maka nilai perbandingan berpasangan pada matriks kriteria yang diberikan konsisten. Jika  $CR > 0,1$ , maka maka nilai perbandingan berpasangan pada matriks kriteria yang diberikan tidak konsisten. Sehingga jika tidak konsisten, maka pengisian nilai-nilai pada matriks berpasangan pada unsur kriteria maupun alternatif harus diulang.

## 2.4 Fuzzy Analytical Hierarchy Process

*Fuzzy Analitic Hierarchy Process* merupakan metode pengembangan dari metode Analitic Hierarchy Process untuk pengambilan keputusan dengan banyak kriteria yang bersifat subjektif, seringkali seorang pengambil keputusan dihadapkan pada suatu permasalahan yang sulit dalam penentuan Indeks setiap kriteria. Sehingga Metode *Fuzzy AHP* digunakan untuk menangani kelemahan pada metode *AHP*. Hal tersebut terjadi karena pendekatan *fuzzy* memungkinkan suatu deskripsi proses pembuatan keputusan lebih akurat dan menggambarkan secara matematis spesifik ketidakpastian dan keragu-raguan yang berhubungan dengan tidak adanya intrinsik untuk permasalahan kompleks. Sehingga metoda *fuzzy AHP* merupakan pendekatan sistematis untuk menyeleksi alternative dan penilaian masalah melalui pemakaian konsep teori himpunan *fuzzy* dan analisa struktur *AHP* (Handayani, 2009). Chang memperkenalkan metoda pendekatan baru untuk mengatasi *fuzzy AHP* yaitu dengan menggunakan TFN untuk skala perbandingan berpasangan dan metoda extent analysis untuk nilai sintesis pada perbandingan berpasangan.

### 2.4.1 Triangular Fuzzy Number (TFN)

Teori himpunan *fuzzy* yang membantu dalam pengukuran dari penilaian subjektif manusia memakai linguistic bilangan triangular *fuzzy* (TFN) dengan mengubah kedalam nilai crips *fuzzy*. Bilangan segitiga *fuzzy* ini dikembangkan untuk menggambarkan variable-variabel linguistik secara pasti. Inti dari metode *fuzzy AHP* yang terletak pada perbandingan berpasangan yang menjelaskan perubahan relatif antara pasangan atribut keputusan dalam suatu hirarki yang sama, maka perbandingan tersebut digambarkan dengan skala rasio yang berhubungan dengan nilai skala *fuzzy*. Dalam pendefinisian nilai intensitas *AHP* ke dalam skala *fuzzy* segitiga dilakukan dengan cara membagi tiap himpunan *fuzzy* dengan 2, kecuali untuk intensitas kepentingan 1 ini menurut Chang (1996) dalam pendefinisian tentang FAHP. TFN disimbolkan dengan  $\tilde{M} = (l, m, u)$  dimana  $(l, m, u)$  dan adalah  $l$  nilai terendah, adalah  $m$  nilai tengah, adalah  $u$  nilai teratas. Berikut adalah nilai TFN dari Chang :

Tabel 2.2 Nilai TFN

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Berikut ini terdapat aturan-aturan operasi aritmatika bilangan triangular *fuzzy* jika kita misalkan terdapat 2 TFN yaitu  $M_1 (l_1, m_1, u_1)$  dan  $M_2 (l_2, m_2, u_2)$ .

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$$

$$\begin{aligned}
M_1 \otimes M_2 &= (l_1 \ l_2, m_1 \ m_2, u_1 \ u_2) \\
\lambda \otimes M_2 &= (\lambda \ l_2, \lambda \ m_2, \lambda \ u_2) \dots\dots\dots (2.5) \\
M_1^{-1} &= (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \\
M_1 : M_2 &= (l_1/u_2, m_1/m_2, u_1/l_2)
\end{aligned}$$

## 2.4.2 Analisa synthetic extent

Analisa synthetic extent dipakai untuk memperoleh perluasan suatu objek dalam memenuhi tujuan yang disebut satisfied extent. Jika  $C = \{C1, C2, \dots, Cn\}$  merupakan sekumpulan kriteria sebanyak  $n$  dan  $A = \{A1, A2, \dots, Am\}$  merupakan sekumpulan atribut keputusan sebanyak  $m$ , maka  $MCi^1, MCi^2, \dots, MCi^m$  adalah nilai extent analysis pada  $i$ -kriteria dan  $m$ -atribut keputusan dimana  $i = 1, 2, \dots, n$  dan untuk semua  $MCi^j$  ( $j=1,2,\dots, m$ ) merupakan bilangan triangular *fuzzy*.

Langkah-langkah model extent analysis yaitu:

### 2.4.2.1 Nilai fuzzy synthetic extent untuk $i$ -objek didefinisikan sebagai berikut:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \dots\dots\dots (2.6)$$

Untuk memperoleh  $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$  maka dilakukan operasi penjumlahan nilai *fuzzy* extent analysis ( $m$ ) untuk matriks sebagian dimana menggunakan operasi penjumlahan seperti rumus 2 pada tiap-tiap bilangan triangular *fuzzy* dalam setiap baris seperti formula berikut:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \dots\dots\dots (2.7)$$

Sedangkan untuk nilai  $\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]$  dapat dijabarkan dengan rumus berikut

yang merupakan operasi penjumlahan untuk keseluruhan bilangan triangular fuzzy dalam matriks keputusan ( $n \times m$ ), perumusannya adalah sebagai berikut:

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right] = (\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i) \dots\dots\dots (2.8)$$

Untuk invers sebagai berikut:

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ji}^j]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^m u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^m m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^m u_i} \right) \dots\dots\dots (2.9)$$

#### 2.4.2.2 Perbandingan tingkat kemungkinan antara bilangan fuzzy.

Pertimbangan dari prinsip perbandingan ini untuk perkiraan sekumpulan nilai Indeks pada masing-masing kriteria. Sebagai contoh adalah 2 bilangan fuzzy  $M_1$  dan  $M_2$  dengan tingkat kemungkinan ( $M_1 \geq M_2$ ) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$V(M_1 \geq M_2) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{m_1}(x), \mu_{m_2}(y))] \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana sup adalah supremum (batas teratas himpunan yang paling kecil). Jika pasangan (x, y) dimana  $x \geq y$  dan  $\mu_{m_1}(x), \mu_{m_2}(y) = 1$  maka  $V(M_1 \geq M_2) = 1$  dan  $V(M_2 \geq M_1) = 0$ . Apabila  $M_1 (l_1, m_1, u_1)$  dan  $M_2 (l_2, m_2, u_2)$  merupakan bilangan fuzzy convex dapat diperoleh ketentuan berikut:

$$V(M_1 \geq M_2) = 1 \text{ iff } m_1 \geq m_2,$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{m_1}(x_d)$$

Dimana iff menyatakan ‘jika dan hanya jika’ dan d merupakan ordinat titik perpotongan tertinggi antara  $\mu_{m_1}$  dan 2. Titik dimana ordinat d berada adalah  $x_d$  dan hgt merupakan tinggi bilangan fuzzy perpotongan  $M_1$  dan  $M_2$ . Tingkat kemungkinan untuk bilangan fuzzy konveks dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$V(S_2 \geq S_1) = \begin{cases} 1 & , \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0 & , \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{(l_1 - u_2)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{yang lainnya.} \end{cases} \dots\dots\dots (2.11)$$

#### 2.4.2.3 Tingkat kemungkinan untuk bilangan fuzzy convex M lebih baik dibandingkan sejumlah k bilangan fuzzy convex $M_i$ ( $i=1,2,\dots,k$ ) dapat ditentukan dengan menggunakan operasi max dan min dirumuskan:

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[(M \geq M_1) \text{ dan } (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i) \dots\dots\dots (2.12) \end{aligned}$$

Dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, k$ .

Jika diasumsikan bahwa  $d_1 (A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$  untuk  $k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$  maka vector Indeks didefinisikan:

$$W1 = (d1 (A1), d1 (A2), \dots, d1 (An))T \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :  $A_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) adalah  $n$  elemen dan  $d1 (A_i)$  adalah nilai yang menggambarkan pilihan relatif masing-masing atribut keputusan.

### 2.4.3 Normalisasi Indeks

Normalisasi vector Indeks penting dilakukan normalisasi terdiri dari 2 cara yaitu pembagian (division) dan geometris. Normalisasi pembagian menggunakan operasi penjumlahan dan pembagian. Sedangkan normalisasi geometris memakai konsep rata-rata geometris. Jika vector Indeks tersebut di atas dinormalisasi maka akan diperoleh definisi vector Indeks berikut:

$$V = (d(A1), d(A2), \dots, d(An))T \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

maka untuk normalisanya adalah:

$$d(A_n) = \frac{d(A_n)}{\sum_{i=1}^n d(A_i)} \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

Normalisasi Indeks ini dilakukan untuk mengubah nilai dalam vector menjadi analog Indeks yang ditetapkan pada metoda *AHP* dan terdiri dari bilangan yang bukan *fuzzy*.

### 2.4.4 Langkah-Langkah Perhitungan *Fuzzy AHP*

Pada metode *fuzzy AHP* ini untuk mendapatkan Indeks maka langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyusun struktur hirarki.
2. Menentukan penilaian perbandingan berpasangan.
3. Mengubah Indeks penilaian perbandingan berpasangan ke dalam nilai crisp.
4. Apabila lebih dari satu responden maka dilakukan penggabungan perbandingan berpasangan tersebut dengan membuat rata-rata bilangan *fuzzy* untuk beberapa responden tersebut untuk diperoleh matriks berpasangan.
5. Dari matriks tersebut ditentukan nilai *fuzzy synthetic extent* untuk tiap-tiap kriteria dan alternatif sesuai dengan persamaan.
6. Membandingkan nilai *fuzzy synthetic extent* dengan persamaan.
7. Dari hasil perbandingan nilai *fuzzy synthetic extent* maka diambil nilai minimumnya.

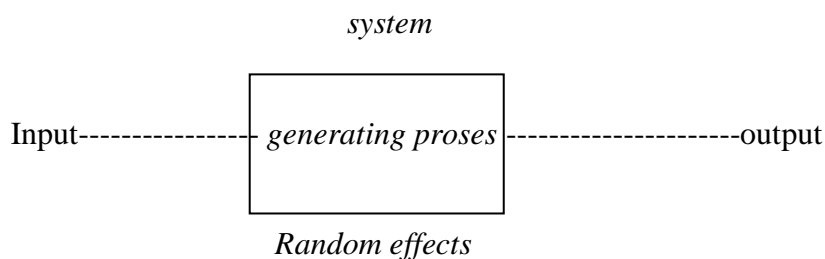
8. Perhitungan normalisasi vektor Indeks dari nilai minimum untuk mengubah ke bilangan AHP.

## 2.5 Analisis Permintaan

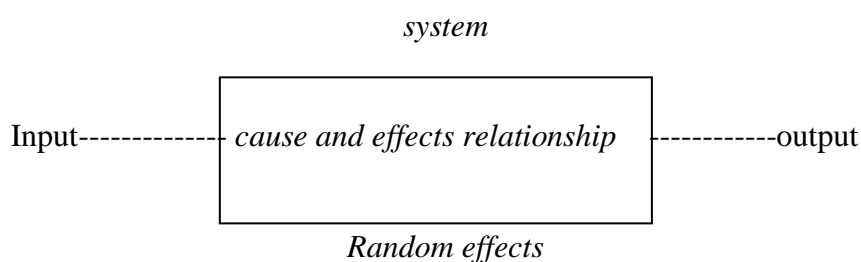
Analisis permintaan adalah usaha untuk mengetahui permintaan atas suatu produk atau sekelompok produk di masa yang lalu dan di masa yang sekarang dalam kendala satu asset kondisi tertentu. Analisis permintaan merupakan usaha untuk mengetahui jumlah produk atau sekelompok produk di masa yang akan datang dalam kendala satu asset kondisi tertentu. Hasil maksimal dari analisis ini adalah melakukan minimisasi ketidakpastian yang mungkin terjadi di masa yang akan datang.

Ada dua macam pendekatan dalam analisis ini yaitu :

1. Pendekatan time series yaitu model yang tidak memperhatikan hubungan sebab akibat atau dengan kata lain hasil peramalan hanya memperhatikan kecenderungan dari data yang di masa lalu yang tersedia. Menurut Makridatis dan Steven secara skematis pendekatan ini dapat digambarkan sebagai berikut:



2. Pendekatan yang memperhatikan hubungan sebab akibat (*cause-effects method*) atau pendekatan yang menjelaskan terjadinya suatu keadaan (*explanatory method*) oleh sebab-sebab tertentu. Dengan kata lain hubungan sebab akibat yang terjadi bukan hubungan deterministic melainkan hubungan stokastik. Secara skematis pendekatan ini dapat digambarkan sebagai berikut:





### **2.5.1 Prosedur Analisis**

Tahap-tahap dalam studi kelayakan proyek :

1. Analisis ekonomi yakni yang mengadakan proyeksi terhadap aspek-aspek makro terutama aspek kependudukan dan pendapatan.
2. Analisis industri yakni analisis terhadap permintaan pasar dari seluruh perusahaan yang menghasilkan produk sejenis dari produk yang diusulkan dalam studi kelayakan proyek.
3. Analisis penjualan masa lalu yakni dilakukan untuk melihat “market positioning” produk dalam stuktur persaingan dan dari padanya dapat diketahui “market share“ produk tersebut.
4. Analisis permintaan di mana berkaitan dengan perencanaan program pemasaran di masa yang akan datang.
5. Pengawasan hasil dari peramalan yakni usaha untuk minimalisasi kesalahan hasil dari berbagai teknik analisis yang digunakan .

## **2.6 Peramalan/Proyeksi**

Peramalan merupakan bagian awal dari suatu proses pengambilan suatu keputusan. Sebelum melakukan peramalan harus diketahui terlebih dahulu apa sebenarnya persoalan dalam pengambilan keputusan itu. Peramalan adalah pemikiran terhadap suatu besaran, misalnya permintaan terhadap satu atau beberapa produk pada periode yang akan datang. Pada hakekatnya peramalan hanya merupakan suatu perkiraan (*guess*), tetapi dengan menggunakan teknik-teknik tertentu, maka peramalan menjadi lebih sekedar perkiraan. Peramalan dapat dikatakan perkiraan yang ilmiah (*educated guess*). Setiap pengambilan keputusan yang menyangkut keadaan di masa yang akan datang, maka pasti ada peramalan yang melandasi pengambilan keputusan tersebut. Tujuan peramalan jika dilihat berdasarkan waktu dapat dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Jangka pendek (*Short Term*)

Menentukan kuantitas dan waktu dari item dijadikan produksi. Biasanya bersifat harian ataupun mingguan.

2. Jangka Menengah (*Medium Term*)

Menentukan kuantitas dan waktu dari kapasitas produksi. Biasanya bersifat bulanan ataupun kuartal.

### 3. Jangka Panjang (Long Term)

Merencanakan kuantitas dan waktu dari fasilitas produksi. Biasanya bersifat tahunan, 5 tahun, 10 tahun, ataupun 20 tahun.

## 2.6.1 Metode Peramalan Kausal: Analisis Regresi

Teknik dalam metode peramalan kausal membahas pendekatan sebab akibat (kausal) atau yang bersifat menjelaskan (eksplanatoris), dan bertujuan untuk meramalkan keadaan di masa yang akan datang dengan menemukan dan mengukur beberapa variabel bebas (independen) yang penting beserta pengaruhnya tidak bebas/terikat (dependen) yang akan diramalkan.

### 1. Metode Linier Regresi Ganda

Merupakan metode yang digunakan untuk memodelkan hubungan linear antara variabel terikat dengan dua/lebih variabel bebas atau bisa disebut Regresi linier yang digunakan untuk memprediksi variabel terikat dari dua/lebih variabel bebas. Analisis regresi ganda merupakan pengembangan dari analisis regresi sederhana. Kegunaannya yaitu untuk meramalkan nilai variabel terikat (Y) apabila variabel bebasnya (X) dua atau lebih. Analisis regresi ganda adalah alat untuk meramalkan nilai pengaruh dua variabel bebas atau lebih terhadap satu variabel terikat (untuk membuktikan ada tidaknya hubungan fungsional atau hubungan kausal antara dua atau lebih variabel bebas  $X_1, X_2, \dots, X_i$  terhadap suatu variabel terikat Y).

Persamaan regresi ganda dirumuskan sebagai berikut :

- a. Dua variabel bebas :  $Y = a + b_1X_1 + b_2 X_2$
- b. Tiga variabel bebas :  $Y = a + b_1X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$
- c. n variabel bebas :  $Y = a + b_1X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$

Dimana: Y = variable terikat

a = konstanta

$b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$  = koefisien regresi

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_i$  = variabel bebas

## 2.6.2 Ketepatan Metode Peramalan

Dalam pemodelan deret-berkala, sebagian data yang diketahui dapat digunakan untuk meramalkan sisa data berikutnya sehingga memungkinkan orang untuk mempelajari ketepatan ramalan secara lebih langsung. Bagi pemakai ramalan, ketepatan ramalan yang akan datang adalah yang paling penting. Bagi pembuat model, kebaikan suai model untuk fakta (kuantitatif dan kualitatif) yang diketahui harus diperhatikan.

Jika  $X_i$  merupakan data aktual untuk periode  $i$  dan  $F_i$  merupakan ramalan (atau nilai kecocokan/*fitted value*) untuk periode yang sama, maka kesalahan didefinisikan sebagai:

$$e_t = X_i - F_i$$

Jika terdapat nilai pengamatan dan ramalan untuk  $n$  periode waktu, maka akan terdapat  $n$  buah kesalahan dan ukuran statistik standar berikut dapat didefinisikan untuk mengetahui ketepatan metode peramalan (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

1. Nilai tengah kesalahan (*Mean Error*)

$$ME = \sum_{i=1}^n e_i / n \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

2. Nilai tengah kesalahan absolut (*Mean Absolute Error*)

$$MAD = \sum_{i=1}^n |e_i| / n \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

3. Jumlah kuadrat kesalahan (*Sum of Squared Error*)

$$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

4. Nilai Tengah Kesalahan Kuadrat (*Mean Squared Error*)

$$MSD = \sum_{i=1}^n e_i^2 / n \quad \dots\dots\dots (2.19)$$

5. Deviasi Standar Kesalahan (*Standard Deviation of Error*)

$$SDE = \sqrt{\sum e_i^2 / (n - 1)} \dots\dots\dots (2.20)$$

6. Kesalahan Persentase (*Percentage Error*)

$$PE_t = \left( \frac{X_t - F_t}{X_t} \right) (100) \dots\dots\dots (2.21)$$

7. Nilai Tengah Kesalahan Persentase (*Mean Percentage Error*)

$$MPE = \sum_{i=1}^n PE_i / n \dots\dots\dots (2.22)$$

8. Nilai Tengah Kesalahan Persentase Absolut (*Mean Absolut Percentage Error*)

$$MAPE = \sum_{i=1}^n |PE_i| / n \dots\dots\dots (2.23)$$

## 2.7 Analisis Biaya

### 2.7.1 Biaya (*Cost*)

Menurut Kadariah (1999), biaya dalam proyek digolongkan menjadi empat macam, yaitu Biaya Persiapan, Biaya Investasi, Biaya Operasional, dan Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan.

1) Biaya Persiapan

Biaya persiapan adalah biaya yang dikeluarkan sebelum proyek yang bersangkutan benar-benar dilaksanakan, misalnya biaya studi kelayakan pada lahan yang akan digunakan untuk proyek termasuk di dalamnya studi kelayakan pada daerah dan masyarakat sekitarnya dan biaya untuk mempersiapkan lahan yang akan digunakan.

2) Biaya Investasi atau Modal

Biaya investasi biasanya didapat dari pinjaman suatu badan atau lembaga keuangan baik dari dalam negeri atau luar negeri. Yang termasuk biaya investasi adalah biaya tanah, biaya pembangunan termasuk instalasi, biaya perabotan, biaya peralatan (modal kerja).

3) Biaya Operasional

Biaya operasional masih dapat dibagi lagi menjadi biaya gaji untuk karyawan, biaya listrik, air dan telekomunikasi, biaya habis pakai, biaya kebersihan, dan sebagainya.

#### 4) Biaya Pembaharuan atau Penggantian

Pada awal umur proyek biaya ini belum muncul tetapi setelah memasuki usia tertentu, biasanya pada bangunan mulai terjadi kerusakan- kerusakan yang memerlukan perbaikan. Tentu saja terjadinya kerusakan-kerusakan tersebut waktunya tidak menentu, sehingga jenis biaya ini sering dijadikan satu dengan biaya operasional. Selain itu, masih ada lagi biaya yang mencerminkan true values tetapi sulit dihitung dengan uang, seperti pencemaran udara, air, suara, rusaknya/tidak produktifnya lagi lahan, dan sebagainya.

### 2.7.2 Kriteria Penilaian Investasi

Untuk menentukan kelayakan suatu investasi; ditinjau dari aspek keuangan; dapat diukur dengan beberapa kriteria. Setiap penilaian 'layak' diberikan nilai standar untuk usaha yang sejenis dengan cara membandingkan target yang telah ditentukan. Kriteria sangat tergantung dari kebutuhan masing-masing perusahaan dan metode yang akan digunakan. Setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing. Dalam penilaian suatu usaha hendaknya penilai menggunakan beberapa metode sekaligus. Artinya, semakin banyak metode yang digunakan, maka semakin memberikan gambaran lengkap sehingga diharapkan memberikan hasil yang akan diperoleh menjadi lebih sempurna.

Adapun kriteria yang biasa digunakan untuk menentukan kelayakan suatu usaha atau investasi adalah :

1. *Payback Period* (PP)
2. *Average Rate of Return* (ARR)
3. *Net Present Value* (NPV)
4. *Internal Rate of Return* (IRR)
5. *Profitability Index* (PI)

#### a. *Payback Period* (PP)

Metode *payback period* (PP) merupakan bentuk teknik penilaian terhadap jangka waktu (*periode*) pengembalian investasi untuk proyek atau usaha. Perhitungan ini dapat dilihat dari perhitungan kas bersih (*proceed*) yang diperoleh setiap tahun. Nilai

kas bersih merupakan pejumlahan laba setelah pajak ditambah dengan penyusutan (dengan catatan jika investasi 100% menggunakan modal sendiri).

$$PP = \frac{\text{investasi}}{\text{kas bersih} / \text{tahun}} \times 1 \text{ tahun}$$

Kelemahan metode *payback period* adalah :

- Mengabaikan *time of money*
- Tidak mempertimbangkan arus kas yang terjadi setelah masa pengembalian

b. *Average Rate of Return (ARR)*

*Average Rate of Return (ARR)* merupakan cara untuk mengukur rata-rata pengembalian bunga dengan cara membandingkan antara rata-rata laba sesudah pajak (EAT) dengan rata-rata investasi. Rumus untuk menghitung ARR adalah sebagai berikut :

$$ARR = \frac{\text{rata - rata EAT}}{\text{rata - rata investasi}} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$\text{Rata - rata EAT} = \frac{\text{total EAT}}{\text{umur ekonomis (n)}} \dots\dots\dots (2.25)$$

$$\text{Rata - rata investasi} = \frac{\text{investasi}}{2} \dots\dots\dots (2.26)$$

c. *Net Present Value (NPV)*

*Net Present Value (NPV)* atau nilai bersih sekarang merupakan perbandingan antara PV kas bersih (*PV of proceed*) dengan PV investasi (*capital o money*) selama umur investasi. Selisih antara kedua PV tersebut dikenal dengan *Net Present Value*. Untuk menghitung NPV, terlebih dahulu mengetahui berapa PV kas bersihnya. PV kas bersih dapat dicari dengan jalan membuat dan menghitung dari *cash flow* perusahaan selama umur investasi tertentu. Rumus NPV yang biasa digunakan adalah sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(C)t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(C_0)t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimana :

- NPV = nilai sekarang *netto*
- (C)t = aliran kas masuk tahun ke-t
- (C<sub>0</sub>)t = aliran kas masuk tahun ke-t
- n = umur unit usaha hasil investasi
- i = arus pengembalian (*rate of return*)
- t = waktu

Mengkaji usulan proyek dengan NPV memberikan petunjuk (indikasi) sebagai berikut :

NPV = positif, usulan proyek dapat diterima, makin tinggi angka NPV makin baik

NPV = negatif, usulan proyek ditolak

NPV = 0, *netral*

#### d. Internal Rate of Return (IRR)

*Internal Rate of Return* (IRR) merupakan alat untuk mengukur tingkat pengembalian hasil intern. Rumus yang digunakan untuk mencari IRR adalah :

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1) \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana :

- i<sub>1</sub> = tingkat bunga 1
- i<sub>2</sub> = tingkat bunga 2
- NPV<sub>1</sub> = *net present value* 1
- NPV<sub>2</sub> = *net present value* 2

Kesimpulan :

Jika IRR lebih besar (>) dari bunga pinjaman, maka diterima.

Jika IRR lebih kecil (<) dari bunga pinjaman, maka ditolak.

#### e. Profitability Index (PI)

*Profitability Index (PI)* atau *benefit and cost ratio (B/C ratio)* merupakan rasio aktivitas dari jumlah nilai sekarang penerimaan bersih dengan nilai sekarang pengeluaran investasi selama umur investasi. Rumus yang digunakan untuk mencari PI

$$\text{yaitu : PI} = \frac{\sum \text{PV kas bersih}}{\sum \text{PV investasi}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.29)$$

Kesimpulan :

Jika PI lebih besar (>) 1, maka diterima.

Jika PI lebih kecil (<) 1, maka ditolak



*Halaman ini sengaja dikosongkan.*

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Dalam penyelesaian tugas akhir ini digunakan metode studi kasus dan pengamatan lapangan yang tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut :

#### **3.1 Tahapan Studi Tugas Akhir**

Selama pengerjaan Tugas Akhir ini penulis membagi pengerjaan tugas ini dalam beberapa tahapan pengerjaan, yaitu sebagai berikut :

##### **3.1.1 Tahap Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini dilaksanakan identifikasi perihal kepadatan di Pelabuhan Tanjung Perak dan wacana PT PELINDO III (Persero) yang akan menambah lahan pelabuhan dengan meng-konversi lahan dari PT Dok Perkapalan Surabaya menjadi terminal pelabuhan.

##### **3.1.2 Perumusan Masalah dan Tujuan**

Dari informasi dan masalah yang teridentifikasi pada tahap sebelumnya, dibuat perumusan masalahnya dan tujuan Studi yang akan dilakukan.

##### **3.1.3 Tahap Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan studi literatur terhadap berbagai referensi terkait topik Studi. Studi pustaka ini dimaksudkan untuk mencari konsep dan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya dan untuk mewujudkan tujuan yang dimaksudkan. Studi literatur ini termasuk mencari referensi atas teori-teori terkait atau hasil Studi yang pernah dilakukan sebelumnya. Adapun referensi yang dicari adalah sebagai berikut :

- Perencanaan dan pengembangan pelabuhan
- Penentuan indikator/kriteria kinerja pelayanan operasional pelabuhan yang baik
- Model pengambilan keputusan dengan metode *Fuzzy*
- Metode perhitungan biaya dengan menggunakan *Net Present Value*

#### **3.1.4 Tahap Pengumpulan Data**

Pada tahap ini dilakukan pencarian informasi melalui survei data dan melakukan wawancara dengan pihak yang bersangkutan maupun melakukan observasi langsung yang dapat mendukung Studi untuk mengetahui tentang kondisi *existing* lahan yang akan dikonversi menjadi terminal pelabuhan. Studi lapangan dilakukan di PT Dok Perkapalan Surabaya dan PT PELINDO III (Persero). Identifikasi yang dilakukan meliputi kondisi *existing* PT PELINDO III (Persero). Data mengenai PT PELINDO III (Persero) yang bisa dijadikan acuan untuk studi kasus pada Tugas Akhir ini antara lain:

- a. Arus barang tiap tahun pada Pelabuhan Tanjung Perak
- b. Arus bongkar – muat pada tiap terminal pelabuhan
- c. Kuesioner mengenai tingkat kepentingan antar kriteria dalam memilih terminal pelabuhan.

#### **3.1.5 Tahap Pengolahan Data**

Pada tahap ini akan dilakukan analisis permintaan yang saat ini sedang menjadi *trend* atau mengalami peningkatan dengan metode regresi linier. Dari hasil analisis permintaan yang didapat, maka akan diketahui peningkatan arus barang yang kemudian akan dibandingkan untuk dianalisis lebih lanjut. Selain itu perlu dilakukan analisis produktifitas pelabuhan dengan mencari kapasitas eksisting pelabuhan yang tersedia, untuk nantinya dipilih kriteria – kriteria yang sama dari jenis pelabuhan yang terpilih. Setelah itu, dilakukan perhitungan investasi tiap jenis terminal, untuk menentukan investasi yang layak.

#### **3.1.6 Tahap Pengambilan Keputusan**

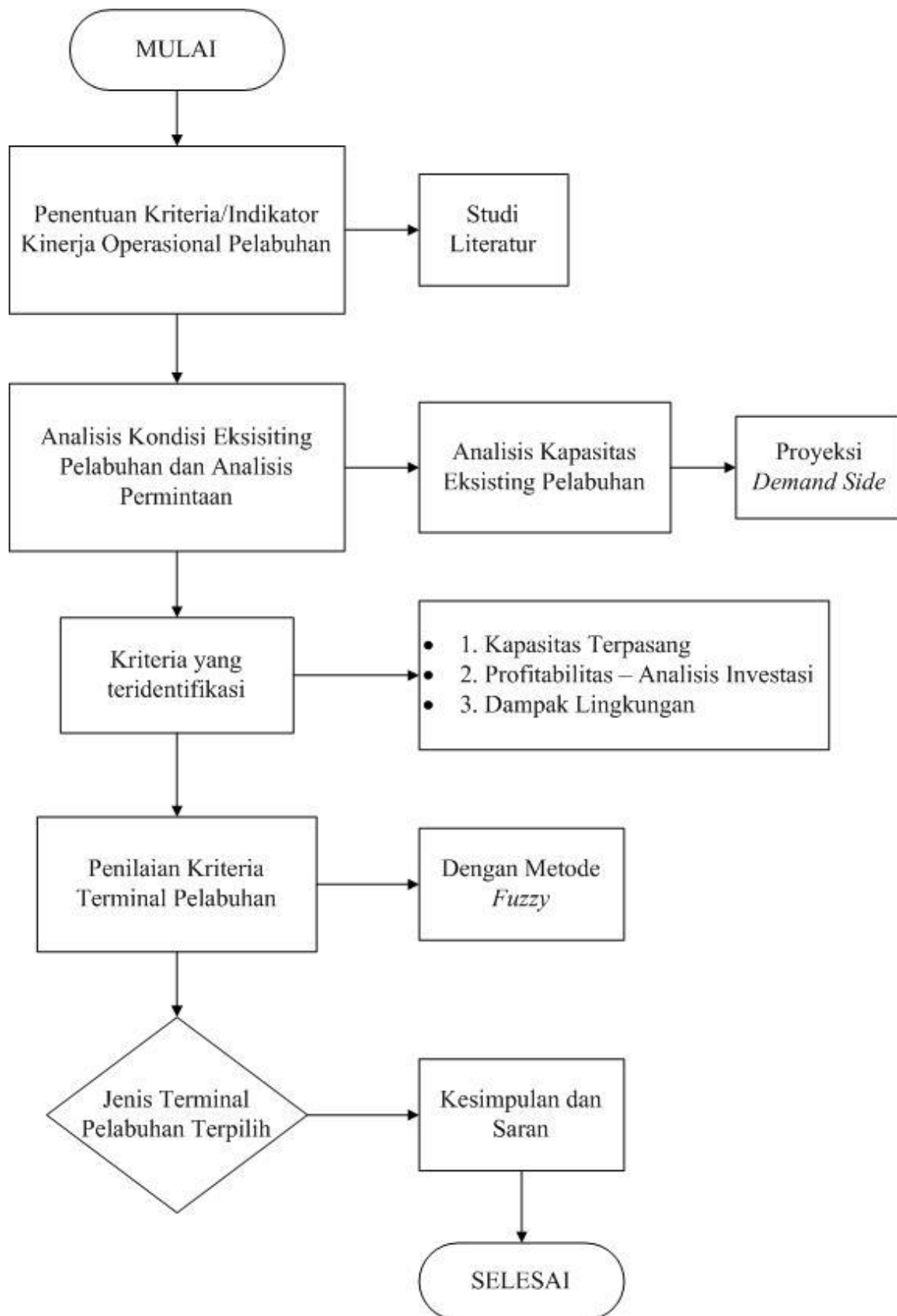
Pada tahap ini akan dilakukan analisis mengenai proses pengambilan keputusan dengan menggunakan metode Fuzzy. Data yang digunakan adalah data yang didapat dari hasil pengolahan data dan kriteria yang terpilih.

### **3.2 Tahap Kesimpulan dan Saran**

Dari studi yang sudah dilakukan, maka akan dapat ditarik kesimpulan mengenai pengalihan fungsi lahan PT Dok Perkapalan Surabaya menjadi jenis terminal pelabuhan yang paling sesuai berdasarkan model pengambilan keputusan dengan metode *Fuzzy*. Kemudian juga diberikan saran-saran yang bisa digunakan untuk pihak PT PELINDO III (Persero) yang sekiranya bisa menjadi bahan pemikiran untuk mengatasi masalah kepadatan (*overload*) di Pelabuhan Tanjung Perak dan menunjang peningkatan produktivitas pelabuhan.

### **3.3 Bagan Alir (*Flow Chart*)**

Gambar 3.1 diagram alur pengerjaan, menunjukkan langkah-langkah atau tahapan-tahapan dalam pengerjaan tugas akhir yang direncanakan penulis.



Gambar 3-1 Diagram Alur Pengerjaan (*Flow Chart*)

## BAB IV

### GAMBARAN UMUM

Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya memegang peran penting dalam dunia transportasi laut dalam penyaluran barang logistik, khususnya untuk wilayah Indonesia bagian timur. PT Pelabuhan Indonesia III cabang Tanjung Perak memiliki beberapa terminal yang ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4-1 Peta Pelabuhan Tanjung Perak

*Sumber: Google Earth*

Keterangan gambar:

- a. Terminal Jamrud Utara
- b. Terminal Jamrud Barat
- c. Terminal Jamrud Selatan
- d. Terminal Kalimas
- e. Terminal Mirah
- f. Terminal Berlian Timur
- g. Terminal Berlian Utara
- h. Terminal Berlian Barat
- i. Terminal Nilam Timur

- j. Terminal Domestik TPS
- k. Terminal Internasional TTL
- l. Terminal Domestik TPS
- m. Terminal Internasional TTL

Berbicara masalah pelabuhan, maka kita perlu membahas juga masalah produktifitasnya. Kinerja terminal pelabuhan adalah indikator yang dibutuhkan untuk menilai kelancaran operasional terminal pelabuhan dalam melayani kegiatan transportasi barang dan pengembangannya. Kriteria kinerja terminal pelabuhan salah satunya dapat dilihat dari produktivitas alat bongkar muat. Kemampuan alat bongkar muat yang dimiliki oleh terminal peti kemas harus dapat dimanfaatkan sepenuhnya untuk melakukan kegiatan bongkar muat peti kemas yang keluar masuk terminal (Sudjatmiko, 2006). Produktivitas biasanya dibagi berdasarkan definisi umum, yaitu:

1. *Partial Productivity*, merupakan rasio antara output dengan input;
2. *Total Factor Productivity*, merupakan rasio antara net output dengan input, misal faktor kapital dengan faktor tenaga kerja. *Net output* merupakan total *output* dikurangi biaya operasional, baik barang maupun jasa;
3. *Total Productivity*, merupakan rasio antara total output dengan seluruh faktor input.

Produktivitas selalu dikaitkan dengan tingkat efisiensi dan efektifitas, kedua hal ini tidak dapat dipisah. Efisiensi merupakan rasio antara output aktual dengan standar output, yang harus dihasilkan oleh input yang dibutuhkan selama proses produksi. Efektivitas merupakan derajat keberhasilan dalam pencapaian tujuan, termasuk di dalamnya adalah bentuk kepuasan dari hasil yang dicapai tersebut atau dalam bentuk barang dan jasa.

Di Indonesia, standar kinerja pelayanan operasional pelabuhan diatur dalam Keputusan DirJen Perhubungan Laut Nomor: UM.002/38/18/DJPL-2011 yang menetapkan bahwa Indikator Kinerja pelayanan yang terkait dengan jasa pelabuhan pada terminal peti kemas terdiri dari:

- a. Waktu Tunggu Kapal(Waiting Time/WT);

- b. Waktu Pelayanan Pemanduan (Approach Time/AT);
- c. Waktu Efektif (Effective Time dibanding Berth Time/ET:BT);
- d. Produktivitas kerja(T/G/J dan B/C/H);
- e. Receiving/Delivery petikemas;
- f. Tingkat Penggunaan Dermaga (Berth Occupancy Ratio/BOR);
- h. Tingkat Penggunaan Lapangan (Yard Occupancy Ratio/YOR);dan
- i. Kesiapan operasi peralatan.

Faktor-faktor yang diukur dapat dengan berdasarkan pelayanan pelabuhan, produktivitas bongkar muat, dan utilisasi fasilitas atau perlengkapan bongkar muat pada suatu terminal pelabuhan. Kinerja terminal pelabuhan yang mengacu pada Surat Keputusan Dir Jen Perhubungan Laut tahun 2011, selanjutnya dikelompokkan menjadi 3 kelompok kinerja sebagai berikut:

#### 1. Kinerja Pelayanan

Indikator kinerja pelayanan pelabuhan adalah prestasi dari output atau tingkat keberhasilan pelayanan, penggunaan fasilitas maupun peralatan pelabuhan pada suatu periode waktu tertentu, yang ditentukan dalam ukuran satuan waktu, satuan berat dan rasio perbandingan. Ada beberapa aspek kegiatan yang terukur pada indikator standar kinerja operasional pelabuhan, meliputi:

- a. *Waiting Time* (WT) atau waktu tunggu kapal merupakan indikator pelayanan yang terkait dengan jasa pelayanan pandu/tunda, jasa pelayanan tambat dan jasa pelayanan dermaga di pelabuhan. *Waiting Time* adalah waktu sejak kapal tiba di lokasi lego jangkar sampai kapal digerakkan menuju ke tempat tambat dengan satuan jam.
- b. *Approach Time* (AT) atau waktu pelayanan pemanduan dan penundaan merupakan indikator pelayanan yang terkait dengan pelayanan jasa pandu dan jasa penundaan. AT adalah jumlah waktu terpakai untuk kapal bergerak dari lokasi lego jangkar sampai ikat tali ditambatan dengan satuan jam.
- c. Rasio antara *Effective Time* (ET) dan *Berth Time* (BT) atau ET/BT adalah indikator pelayanan yang terkait dengan jasa tambat. ET adalah jumlah jam bagi suatu kapal yang benar-benar digunakan untuk bongkar muat selama kapal di tambatan/dermaga dalam satuan jam. BT adalah jumlah waktu siap



operasi tambatan untuk melayani kapal dalam satuan jam. ET/BT dinyatakan dalam satuan %.

## 2. Kinerja produktivitas

Kinerja bongkar muat diukur melalui produktivitas alat bongkar muat.

## 3. Kinerja Utilitas

Kinerja utilitas adalah kinerja yang dihubungkan dengan penggunaan fasilitas dermaga, lapangan penumpukan dan peralatan bongkar muat yang meliputi:

- a. *Berth Working Time* (BWT) adalah waktu untuk kegiatan bongkar muat selama kapal berada di dermaga. Cakupan kegiatan ini adalah dengan melihat dan mengamati kesiapan peralatan bongkar muat dan produktivitas peralatan bongkar muat di dermaga. Kesiapan operasi peralatan adalah perbandingan antara jumlah peralatan yang siap untuk dioperasikan dengan jumlah peralatan yang tersedia dalam periode waktu tertentu.
- b. *Berth Occupancy Ratio* (BOR) adalah rasio penggunaan dermaga dan memberikan informasi mengenai seberapa padat arus kapal yang tambat dan melakukan kegiatan bongkar muat di dermaga. BOR adalah perbandingan jumlah waktu pemakaian dermaga yang tersedia dengan jumlah waktu siap operasi dalam tiap periode waktu yang dinyatakan dalam satuan persen. BOR dipengaruhi oleh faktor jumlah waktu tambat yang digunakan oleh kapal, panjang kapal yang tambat/melakukan kegiatan bongkar muat, panjang dermaga, dan waktu kerja yang tersedia di pelabuhan.
- c. *YOR (Yard Occupation Ratio)* adalah kinerja lapangan penumpukan yang merupakan perbandingan antara penggunaan lapangan penumpukan berdasarkan lamanya peti kemas mendiami lapangan penumpukan dengan kapasitas lapangan penumpukan

Masuk kepada pembahasan jenis-jenis terminal pelabuhan yang ditentukan untuk dijadikan konversi lahan, penulis menilai dan menimbang berdasarkan pada trend arus barang yang masuk dan keluar di Pelabuhan Tanjung Perak. Berdasarkan data operasional yang didapat, maka jenis terminal yang terpilih antara lain:

### 1. Terminal Petikemas

2. Terminal Curah Kering
3. Terminal Curah Cair
4. Terminal General Cargo

#### 4.1 Proyeksi *Demand Side* dari Arus Barang

Dalam perhitungan *demand side* ini, penulis mengacu pada pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto daerah Jawa Timur dari tahun 2009 – 2014, yang nantinya akan digabungkan dengan pertumbuhan dari arus tiap jenis barang yang ada.

Table 4-1 Produk Domestik Regional Bruto Jawa Timur

TAHUN	PDRB
2009	Rp 320,861,168.91
2010	Rp 342,280,764.89
2011	Rp 366,983,277.46
2012	Rp 393,662,847.40
2013	Rp 419,428,445.69
2014	Rp 443,198,291.69

Dari PDRB pada Tabel 4.1 di atas didapatkan trend kenaikan  $y = ax + b$ , dengan :

$$A = 24851663.61$$

$$B = -49608052212$$

$$\text{Dan } R^2 = 0.9984$$

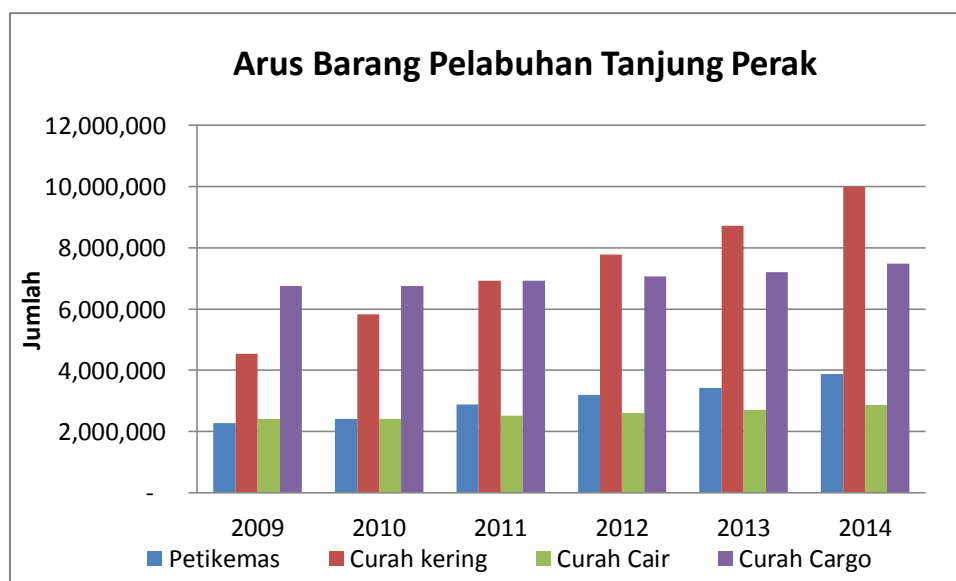
Lalu selanjutnya, berikut ini pada Tabel 4.2 ditampilkan arus barang Pelabuhan Tanjung Perak dari tahun 2009 – 2014.

Table 4-2 Arus Barang di Pelabuhan Tanjung Perak dari tahun 2009 - 2014

NO	URAIAN	SAT	TAHUN					
			2009	2010	2011	2012	2013	2014
I	PETIKEMAS							
	A. International	Box	708,230	806,908	904,646	1,031,725	1,096,823	1,291,349
		TEU's	1,004,261	1,131,893	1,275,551	1,434,733	1,546,521	1,820,802
	B. Domestik	Box	1,204,071	1,205,371	1,465,270	1,578,146	1,699,717	1,862,796
		TEU's	1,265,759	1,275,596	1,611,798	1,735,961	1,869,689	2,049,075
	Jumlah	Box	1,912,301	2,012,279	2,369,916	2,609,872	2,796,541	3,154,145
		TEU's	2,270,020	2,407,489	2,887,348	3,190,694	3,416,210	3,869,877
II	CURAH KERING							
	A. International	Ton	3,450,993	4,441,509	5,019,862	5,634,349	6,375,171	7,335,507
	B. Domestik	Ton	1,080,039	1,387,484	1,907,339	2,114,881	2,345,045	2,649,067
	Jumlah	Ton	4,531,032	5,828,993	6,927,201	7,769,230	8,720,216	9,984,574
III	CURAH CAIR							
	A. Curah Cair BBM							
	1. International	Ton	1,261,930	1,375,539.60	1,499,421	1,612,917	1,735,004	1,902,315
	2. Domestik	Ton	1,010,055	1,010,893	1,102,228	1,185,659	1,275,405	1,399,384
	B. Curah Cair Non-BBM							
	1. Domestik	Ton	1,405,535	1,405,698	1,422,192	1,429,158	1,436,159	1,472,057
	Total domestik	Ton	2,415,590	2,416,590	2,524,420	2,614,817	2,711,564	2,871,441
	Jumlah		3,677,520	3,792,150	4,023,841	4,227,734	4,446,568	4,773,756
IV	A. GENERAL CARGO							
	1. International	Ton	2,268,490	2,269,095	2,331,315	2,377,941	2,425,500	2,522,679
	2. Domestik	Ton	4,478,637	4,479,778	4,596,827	4,688,764	4,782,539	4,956,572
	Jumlah	Ton	6,747,127	6,748,873	6,928,142	7,066,705	7,208,039	7,479,251

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia III cabang Pelabuhan Tanjung Perak

Tabel 4.2 di atas dapat ditampilkan dalam *chart* sebagai berikut:



Gambar 4-2 Arus barang pelabuhan Tanjung Perak dari tahun 2009 – 2014

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia III cabang Pelabuhan Tanjung Perak

Dinilai dari tabel 4.2 di atas, kenaikan arus masing-masing dari tahun 2009 – 2014 untuk Petikemas adalah 11.37%; curah kering 17.28%; curah cair 3.54 %; dan general cargo 2.09%.

Setelah didapatkan trend kenaikan PDRB di atas sesuai dengan tabel 4.1, maka kita dapat mencari trend kenaikan arus masing-masing jenis barang, dengan cara persamaan linier sederhana, dengan membandingkan PDRB sebagai nilai input (axis) dan akan kita dapatkan hasil arus barang (output) tiap tahunnya. Untuk kepentingan perhitungan selanjutnya, maka arus barang ini penulis proyeksikan hingga tahun 2040.

Proyeksi arus Petikemas terhadap PDRB, dengan persamaan linier sederhana, didapatkan:

$$\begin{aligned}y &= Ax + B \\a & 0.012382105 \\b & -1730227.689\end{aligned}$$

Proyeksi arus Curah Kering terhadap PDRB, dengan persamaan linier sederhana, didapatkan:

$$\begin{aligned}y &= Ax + B \\a & 0.041314602 \\b & -8475016.957\end{aligned}$$

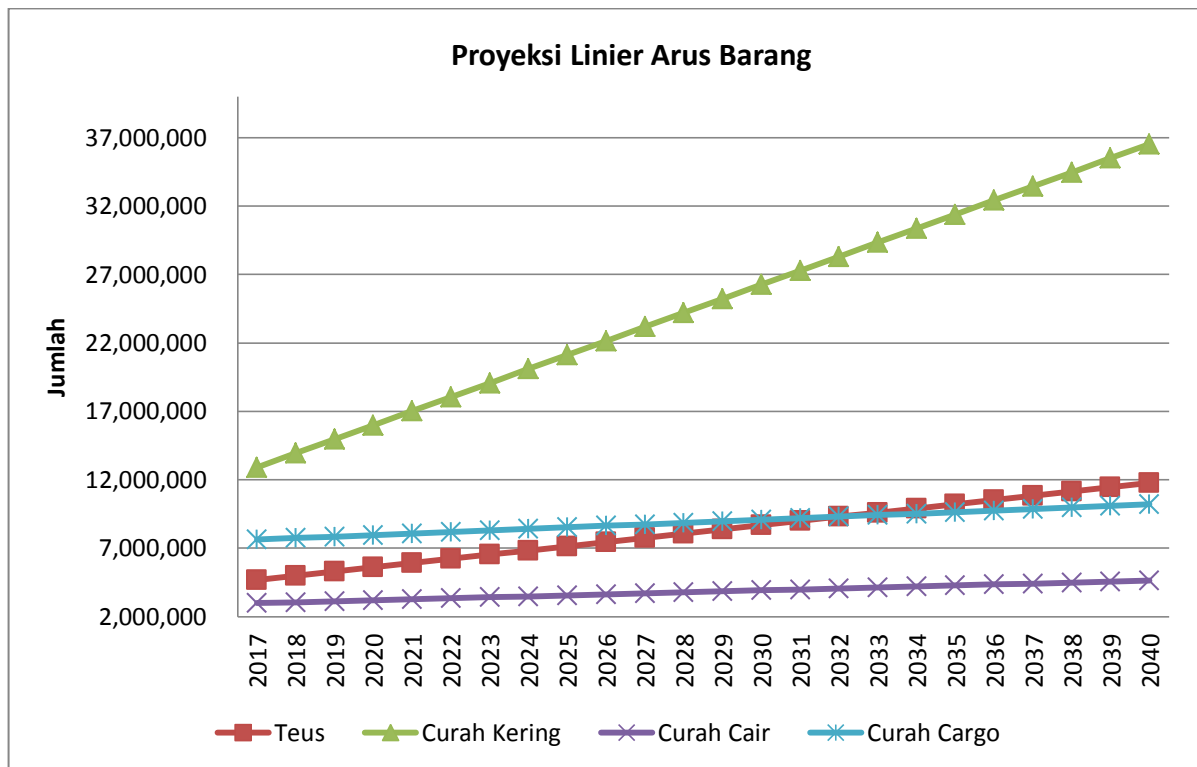
Proyeksi arus Curah Cair terhadap PDRB, dengan persamaan linier sederhana, didapatkan:

$$\begin{aligned}y &= Ax + B \\a & 0.002894312 \\b & 1479889.287\end{aligned}$$

Proyeksi arus General cargo terhadap PDRB, dengan persamaan linier sederhana, didapatkan:

$$\begin{aligned}y &= Ax + B \\a & 0.004492244 \\b & 5301346.061\end{aligned}$$

Hasil dari proyeksi arus dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4-3 Proyeksi arus barang sampai tahun 2040

Dari hasil proyeksi di atas, rata kenaikan arus barang untuk masing-masing adalah, petikemas 6.8%; curah kering 8.86%; curah cair 2.32 %, dan general cargo 1.42%.

## 4.2 Kapasitas Eksisting Pelabuhan Tanjung Perak

Berdasarkan tujuan dari Studi tugas akhir ini, untuk menentukan jenis pelabuhan yang paling sesuai untuk konversi lahan PT Dok dan Perkapalan Surabaya, kapasitas eksisting perlu dihitung untuk mengetahui seberapa banyak arus barang di Pelabuhan Tanjung Perak yang bisa ditampung, sehingga juga akan diketahui jumlah atau banyaknya arus barang yang tidak bisa ditampung karena overload, untuk kemudian bisa dihitung kebutuhan lahan atau fasilitas untuk bisa menampung kelebihan arus barang tersebut.

Untuk menghitung kapasitas, maka kita juga perlu mengetahui produktifitas dari pelabuhan tersebut. Dalam perhitungan kapasitas di sini, penulis mengacu pada standar

operasional kinerja pelabuhan berdasarkan Keputusan DirJen Perhubungan Laut Nomor: UM.002/38/18/DJPL-2011. Maka kita dapatkan standar operasional kinerja pelabuhan sebagai berikut:

Table 4-3 Standar Kinerja B/M Barang Non Petikemas

No.	Lokasi Pelabuhan	Standar Kinerja B/M Barang Non Petikemas				
		GC	BC	UN	CC	CK
		(T/G/J)	(T/G/J)	(T/G/J)	(T/J)	(T/J)
1	Tanjung Perak					
	a. Terminal Jamrud	35	40	50	125	100
	b. Terminal Nilam	25	30	-	100	100
	c. Terminal Mirah	30	30	-	100	-
	d. Berlian Jasa Terminal Indonesia	-	35	-	-	-
	e. Terminal Petikemas Surabaya	-	-	-	-	-

Table 4-4 Standar Kinerja B/M Petikemas

No.	Lokasi Pelabuhan	Standar Kinerja B/M Petikemas			
		Dermaga UTPK	Dermaga Konvensional	Receiving	Delivery
		Box/CC/Jam	Box/Crane/Jam	Menit	Menit
1	Tanjung Perak				
	a. Terminal Jamrud	-	10	60	90
	b. Terminal Nilam	-	18	60	90
	c. Terminal Mirah	-	10	60	90
	d. Berlian Jasa Terminal Indonesia	-	15	60	90
	e. Terminal Petikemas Surabaya	25	-	30	45

Perhitungan kapasitas di Studi ini, dibagi menjadi 2, yaitu kapasitas loading/unloading point dermaga dan kapasitas lapangan penumpukan (untuk petikemas) dan kapasitas gudang yang disesuaikan dengan jenis barangnya. Selanjutnya, kriteria kinerja terminal pelabuhan salah satunya dapat dilihat dari produktivitas alat bongkar muat. Perhitungan kapasitas pada loading/unloading point di dermaga dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas} = \text{jumlah alat} * \text{jam operasi} * \text{Standar kerja B/M} * \text{BOR} * 1 \text{ tahun}$$

Keterangan: Jumlah jam operasi diasumsikan 24 jam

Jumlah hari dalam 1 tahun diasumsikan 360 hari

Standar kerja B/M berdasarkan tabel 4.4 dan 4.5 di atas.

Table 4-5 Jumlah Alat Bongkar/Muat di Pelabuhan Tanjung Perak

TERMINAL	CC	HMC	SC	P
TPS	11			
JAMRUD			25	
NILAM	3		4	5
MIRAH			14	
BERLIAN		13	2	
TTL	4			3

Di PT Pelindo III cabang Tanjung Perak diberlakukan pembagian terminal sesuai dengan komoditas yang dilayani, seperti pada tabel 4.7 berikut.

Table 4-6 Pembagian Terminal menurut komoditas yang dilayani

TERMINAL	PK	CK	CC	GC
TPS	✓			
JAMRUD		✓		✓
NILAM	✓	✓	✓	
MIRAH	✓			✓
BERLIAN	✓	✓		
TTL	✓	✓		

Dengan pembagian terminal berdasarkan komoditas, maka penulis menggolongkan kapasitas eksisting berdasarkan pada komoditas yang merupakan akumulasi kapasitas dari beberapa dermaga seperti tabel 4.7 di atas.

Dari rumus kapasitas di atas, maka kita dapatkan kapasitas loding/unloading point dari tiap dermaga, seperti ada tabel 4.8 berikut.

Table 4-7 Kapasitas dermaga berdasarkan pada jenis komoditas (arus)

Komoditas	Kapasitas Dermaga	Satuan
Petikemas	4036608	TEUs
Curah Kering	12467520	Ton
Curah Cair	2419200	Ton
General Cargo	4082400	Ton

Setelah didapatkan kapasitas dari tiap dermaga berdasarkan jenis komoditas (arus), kemudian kapasitas dermaga tersebut ditambahkan dengan kapasitas luas penumbloukan atau gudang penyimpanan yang tersedia.

Untuk perhitungan, cargo flow per tahun, untuk petikemas, dapat digunakan rumus di bawah ini:

$$Ls = \frac{Cj * tg * F}{r * 365 * mi} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$Cj = \frac{Ls * r * 365 * mi}{tg * F} \dots\dots\dots(4.2)$$

Keterangan:

Ls	luas lahan
Cj	Jumlah petikemas per tahun
tg	waktu pemakaian storage rata-rata (hari)
F	Luas per TEUs (rata-rata 15 m <sup>2</sup> )
r	rasio tinggi penumpukan rata-rata/maksimum (0,6 - 0,8)
mi	rasio tempat penumpukan rata-rata/kapasitas storage (0,65 - 0,7)

Catatan tambahan, tg (waktu pemakaian storage rata-rata (hari)) digunakan waktu 3 hari, sesuai dengan tingkat dwelling time d Pelabuhan Tanjung Perak.

Selanjutnya, untuk cargo flow non petikemas, dapat digunakan rumus di bawah ini:

$$Lwh = \frac{60\% * 60\% * 60\% * Cf}{St} \dots\dots\dots(4.3)$$

Keterangan:

Lwh	Luas <i>warehouse</i> (gudang)
Cf	cargo flow (ton/tahun)
St	Shed Troughput (ton/m <sup>2</sup> /tahun)



Dari rumus Luas lapangan penumpukan dan luas gudang yang dibutuhkan, maka untuk perhitungan gudang dan lapangan penumpukan dari tiap terminal, didapatkan hasil seperti pada tabel 4.9 berikut:

Table 4-8 Kapasitas gudang dan lapangan penumpukan selama satu tahun

Terminal	Gudang (m2)	Luas lapangan (m2)	Kapasitas			
			PK (TEUs)	CK (Ton)	CC (Ton)	GC (Ton)
TPS	10000	490000	2,225,689	-	-	-
JAMRUD	40000	34000	-	4,647,044	-	3,124,089
NILAM	15000	40000	181,689	1,025,083	834,518	-
MIRAH	13450	24000	109,013	-	-	1,235,853
BERLIAN	11735	40000	181,689	1,603,913	-	-
TTL	60000	158600	1,816,889	8,200,665	-	-
		<b>JUMLAH</b>	4,514,969	15,476,706	834,518	4,359,941

Hasil kapasitas yang didapat dari tabel 4.8 dan tabel 4.9, dapat kita akumulasikan, kapasitas total eksisting yang tersedia berdasarkan jenis komoditas (arus) adalah sebagai berikut, pada tabel 4.10.

Table 4-9 Kapasitas Eksisting Total

Komoditas	Kapasitas total	Satuan
Petikemas	4,834,080	TEUs
Curah Kering	14,644,800	Ton
Curah Cair	3,570,654	Ton
General Cargo	8,385,849	Ton

#### 4.2.1 Perbandingan Kapasitas Eksisting dan Arus

Setelah didapatkan proyeksi arus barang dan kapasitas eksisting, penulis membandingkan jumlah kapasitas dan arus, untuk mendapatkan selisih arus yang tidak bisa ditampung mulai tahun ke-berapa. Jika didapatkan kondisi seperti hal tersebut, maka

dapat dikatakan pelabuhan itu mengalami *overload*, karena kapasitas yang tersedia tidak bisa menampung jumlah arus yang ada.

Table 4-10 Selisih Kapasitas Eksisting yang tersedia dan Arus Barang

Tahun	PK (TEUs)	CK (Ton)	CC (Ton)	GC (Ton)
2017	153,432	1,729,046	592,225	758,629
2018	(154,283)	702,310	520,297	646,989
2019	(461,999)	(324,427)	448,369	535,349
2020	(769,715)	(1,351,164)	376,440	423,709
2021	(1,077,431)	(2,377,900)	304,512	312,070
2022	(1,385,147)	(3,404,637)	232,583	200,430
2023	(1,692,863)	(4,431,373)	160,655	88,790
2024	(2,000,579)	(5,458,110)	88,726	(22,850)
2025	(2,308,295)	(6,484,847)	16,798	(134,489)
2026	(2,616,011)	(7,511,583)	(55,131)	(246,129)
2027	(2,923,727)	(8,538,320)	(127,059)	(357,769)
2028	(3,231,442)	(9,565,056)	(198,988)	(469,408)
2029	(3,539,158)	(10,591,793)	(270,916)	(581,048)
2030	(3,846,874)	(11,618,529)	(342,845)	(692,688)
2031	(4,154,590)	(12,645,266)	(414,773)	(804,328)
2032	(4,462,306)	(13,672,003)	(486,701)	(915,967)
2033	(4,770,022)	(14,698,739)	(558,630)	(1,027,607)
2034	(5,077,738)	(15,725,476)	(630,558)	(1,139,247)
2035	(5,385,454)	(16,752,212)	(702,487)	(1,250,887)
2036	(5,693,170)	(17,778,949)	(774,415)	(1,362,526)

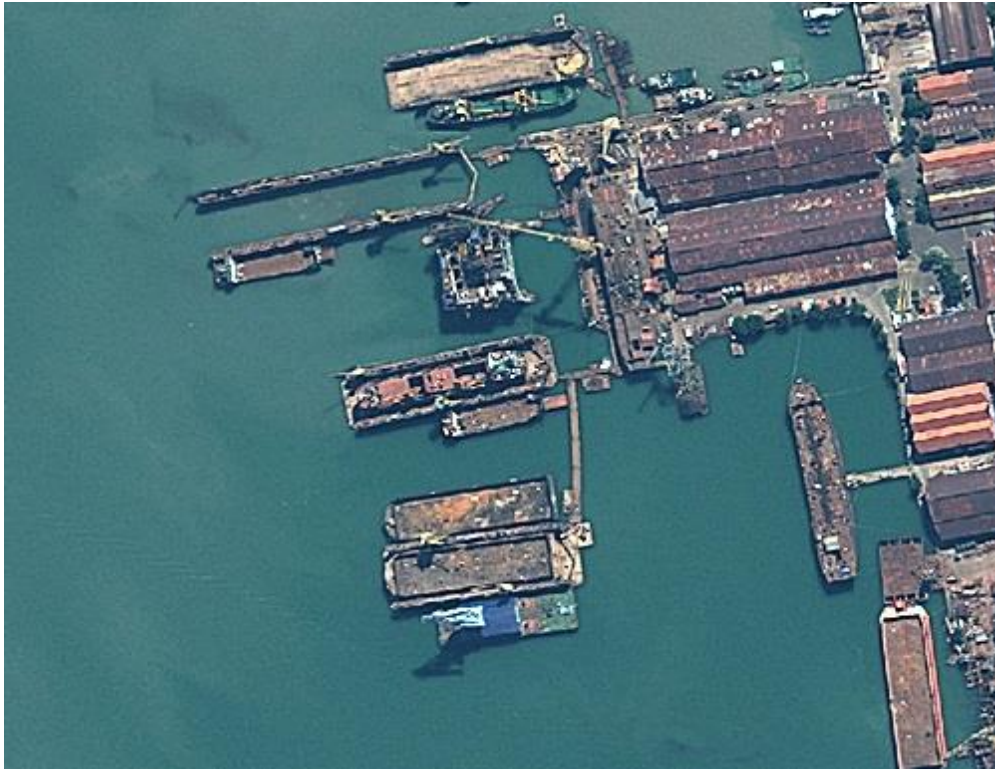
Tanda minus (-) menunjukkan bahwa kapasitas yang tersedia sudah tidak bisa memenuhi/menampung jumlah arus barang yang terus mengalami kenaikan, sementara

kapasitas yang tersedia bersifat tetap, tidak berubah. Jenis terminal petikemas akan melampaui kapasitas pada tahun 2018, curah kering pada tahun 2019, curah cair pada tahun 2026, dan general cargo pada tahun 2024

#### **4.3 Lokasi PT Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero)**

PT Dok dan Perkapalan Surabaya merupakan salah satu perusahaan galangan kapal nasional yang bergerak di bidang jasa pembangunan kapal baru dan reparasi. PT Dok dan Perkapalan Surabaya terletak di Jalan Perak Barat No. 433–435 Surabaya. Wilayah ini disewa dari *Port Administration* Surabaya. Berikut data – data tentang lahan PT Dok dan Perkapalan Surabaya:

- Permukaan Tanah :  $\pm 57,000 \text{ m}^2$
- Permukaan Air :  $\pm 70,000 \text{ m}^2$
- Panjang :  $\pm 1,200 \text{ m}^2$
- Lahan Tertutup :  $11,525 \text{ m}^2$
- Lahan Tidak Tertutup :  $11,949 \text{ m}^2$
- Gudang Tertutup :  $5,250 \text{ m}^2$
- Gudang Tidak Tertutup :  $2,750 \text{ m}^2$



Gambar 4-4 PT Dok dan Perkapalan Surabaya Tampak dari atas

*Sumber: Google Earth*

Batas-batas wilayah dari PT Dok dan Perkapalan Surabaya adalah sebagai berikut :

- Sebelah utara berbatasan dengan bangunan milik Surabaya Veem
- Sebelah selatan berbatasan dengan tanah persil Departemen Perhubungan Laut
- Sebelah timur dengan Jalan Perak Barat Surabaya.


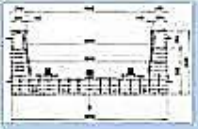


Dari arah laut bebas, perusahaan dapat dicapai melalui pelayaran yaitu alur barat dan alur timur. Kedalaman yang diperkirakan oleh Port Administration bagian pengerukan adalah :

- Alur barat, dengan kedalaman 8.0 meter LWS dan panjangnya 23 mil
- Alur timur, dengan kedalaman 4.5 meter LWS dan panjangnya 23 mil

PT. Dok & Perkapalan Surabaya memiliki 4 dermaga terapung, yang mampu menampung kapal sampai dengan 290 m panjang dan approx. 135 000 dwt. PT DPS juga memiliki kemungkinan perbaikan kapal sampai dengan 310 m panjang sepanjang

dermaga galangan kapal. Dermaga PT DPS memiliki panjang sekitar 6000 m , termasuk 3500 m dari dermaga dilengkapi dengan infrastruktur dasar, pasokan listrik dan pasokan gas teknis. 24 crane dapat mengangkat sampai dengan 300 t.

Table 4-11 Dermaga dan Tambatan PT. Dok & Perkapalan Surabaya

Technical features of PT. Dok & Perkapalan Surabaya docks				
Description	Dok I	Dok II	Dok IV	Dok V
Length Over Pontoon	99.24 M	99.24 M	94.30 M	138.52 M
Length Over All	113.24 M	109.24 M	112.30 M	152.52 M
Breadth Internal	22.40 M	22.40 M	27.00 M	26.40 M
Breadth External	28.40 M	28.40 M	33.00 M	33.60 M
Depth to Upper Deck	9.90 M	10.40 M	10.65 M	14.00 M
Depth to Safety Deck	7.45 M	7.45 M	7.45 M	10.00 M
Draft Max. of Vessel	4.20 M	4.20 M	6.85 M	7.50 M
Draft Max. of Dock	8.40 M	8.40 M	9.65 M	12.20 M
Draft Loaded of Dock	2.60 M	2.60 M	2.20 M	2.90 M
Capacity	3500 TLC	3500 TLC	4000 TLC	6000 TLC
Images				

Sumber: PT. Dok Perkapalan Surabaya

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisis Profitabilitas Terminal Pelabuhan Rencana**

Analisis profitabilitas ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai investasi pembangunan terminal pelabuhan baru yang direncanakan, dilihat dari sudut pandang penyedia jasa kepelabuhanan, dalam hal ini PT. Pelabuhan Indonesia III cabang Tanjung Perak. Analisis ini dihitung dalam renggang waktu selama 10 tahun, menyesuaikan dengan lamanya tahun proyeksi jumlah arus barang dari data operasional PT. Pelabuhan Indonesia III cabang Tanjung Perak.

Analisis kelayakan finansial dilakukan untuk mengetahui tingkat besarnya profit (keuntungan) yang akan diterima perusahaan untuk pembangunan terminal pelabuhan baru. Analisis investasi dihitung dengan meninjau perimbangan pendapatan dengan biaya yang diinvestasikan dengan keuntungan finansial yang didapatkan dari tarif jasa yang ditawarkan. Analisis finansial ini juga digunakan sebagai evaluasi operasional pelabuhan setiap tahunnya dalam 10 tahun masa investasi. Dalam analisis finansial ini dilakukan beberapa perhitungan yaitu :

##### **1. Biaya Investasi**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 1996 Tentang Kepelabuhanan, fasilitas pokok pelabuhan yang bisa dimasukkan dalam kategori investasi, meliputi :

- a. Perairan tempat labuh;
- b. Kolam labuh;

Khusus untuk kolam labuh, karena adanya kemungkinan adanya pendangkalan, maka diperlukan adanya pengerukan pada area labuh tersebut, dengan memperhitungkan harga satuannya.

Table 5-1 Harga Satuan Pengerukan Alur Pelayaran

NO.	URAIAN	USULAN HARGA DITPELPENG DITJEN HURLA TAHUN 2011	
1	2	3	
A.	HARGA SATUAN KERUK HOPPER : Alur Pelayaran/Kolam Pelabuhan	Rp	28.000 /m <sup>3</sup>
B.	HARGA SATUAN KERUK NON HOPPER : Alur Pelayaran/Kolam Pelabuhan	Rp	32.000 /m <sup>3</sup>
C.	HARGA SATUAN PEKERJAAN PENGHANCURAN KARANG Alur Pelayaran/Kolam Pelabuhan	Rp	198.000 /m <sup>3</sup>
D.	HARGA SATUAN MOB/DEMOB NON HOPPER : Mobilisasi/Demobilisasi		
	a. Tarik Gandengan	Rp	469.500 /mil
	b. Lenggang atau Kosong	Rp	234.500 /mil

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: Km. 70 Tahun 2010 Tentang Standar Biaya Tahun 2011 Di Lingkungan Kementerian Perhubungan

- c. Alih muat antar kapal;
- d. Dermaga;
- e. Terminal penumpang;
- f. Pergudangan;
- g. Lapangan penumpukan;
- h. Terminal peti kemas, curah cair, curah kering dan Ro-Ro;
- i. Perkantoran untuk kegiatan pemerintahan dan pelayanan jasa;
- j. Fasilitas bunker;
- k. Instalasi air, listrik dan telekomunikasi;
- l. Jaringan jalan dan rel kereta api;
- m. Fasilitas pemadam kebakaran;
- n. Tempat tunggu kendaraan bermotor;

Sedangkan fasilitas penunjang pelabuhan meliputi :

- a. Kawasan perkantoran untuk pengguna jasa pelabuhan;
- b. Sarana umum;
- c. Tempat penampungan limbah;
- d. Fasilitas pariwisata, pos, dan telekomunikasi;
- e. Fasilitas perhotelan dan restoran;
- f. Areal pengembangan pelabuhan;

- g. Kawasan perdagangan;
- h. Kawasan industri.

## 2. Biaya Operasional

Adapun untuk faktor biaya operasional, menurut “Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 95 Tahun 2015 Tentang Pedoman Penetapan Harga Jual (*Charge*) Jasa Kepelabuhanan Yang Diusahakan Oleh Badan Usaha Pelabuhan”, Biaya Operasi Langsung sebagaimana dimaksud terdiri atas biaya pegawai, biaya bahan, biaya pemeliharaan, biaya penyusutan, biaya asuransi, biaya sewa, biaya administrasi, biaya umum, biaya konsesi, biaya energi dan biaya modal.

Biaya Operasi Tidak Langsung terdiri atas biaya pegawai, biaya bahan, biaya pemeliharaan, biaya penyusutan, biaya asuransi, biaya sewa, biaya administrasi, biaya umum serta biaya manajemen dan pengelolaan.

Biaya pemeliharaan diperhitungkan adalah 1,5% dari biaya konstruksi. Biaya pemeliharaan akan meningkat mengikuti inflasi sebesar 7 % per tahun (tingkat bunga BI). Biaya operasional yang meliputi biaya pegawai, biaya bahan dan biaya administrasi umum ( termasuk pajak dan asuransi ).

## 3. Pendapatan

Untuk kepentingan analisa keuangan, maka faktor penerimaan yang merupakan pendapatan untuk pihak yang membangun adalah sangat penting untuk diperhitungkan. Penyediaan terminal pelabuhan memberikan tambahan pendapatan dalam pelayanan kapal dan barang. Dalam perhitungan pendapatan dalam kasus ini diperoleh dari jasa tambat/labuh kapal dan bongkar/muat barang. Tarif jasa pelabuhan mengikuti ketentuan tarif jasa pelayanan PT Pelindo III cabang Tanjung Perak.



Besaran tarif untuk jasa pelayanan dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.32 di bawah ini:

Table 5-2 Tarif Pelayanan Bongkar/Muat Petikemas

	Tariff Items	2019-2021		2022-2024	
		US\$	IDR '000	US\$	IDR '000
<b>A</b>	<b>CONTAINER HANDLING CHARGES</b>				
	FCL	\$83.00	Rp 1,130	\$ 95.45	Rp 1,390
	LCL	\$157.00	Rp 2,140	\$ 180.55	Rp 2,630
	Transshipment	\$75.00	Rp 1,020	\$ 86.25	Rp 1,250
	Shifting Peti Kemas	\$34.00	Rp 460	\$ 39.10	Rp 529
	Lift On/Lift Off	\$68.00	Rp 930	\$ 78.20	Rp 1,070
<b>B</b>	<b>NONCONTAINER HANDLING CHARGE</b>				
	Jasa Layanan CBU	\$ 246.00	Rp 3,358,638	\$ 283.00	Rp 3,862,434
	Jasa Labuh & Tambat	\$ 114.00	Rp 1,550	\$ 131.00	Rp 1,783
	Nilai 1 US Dollar		Rp 13,653		Rp 14,540

Sumber: Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 87 Tahun 2017 Tentang Rencana Induk Pelabuhan Patimban – Jawa Barat

Table 5-3 Tarif Pelayanan Bongkar/Muat Barang Non Petikemas

NO.	Golongan	Satuan	Stevedoring (Rp)	Cargodoring (Rp)	T/L Fiost (Rp)	R/D (Rp)
1	General Cargo	T/M3	<b>41,287.00</b>	<b>41,858.00</b>	-	<b>26,776.00</b>
2	Bag Cargo	T/M3	36,269.00	35,591.00	-	27,862.00
3	Komoditi Ringan	T/M3	27,908.00	30,046.00	-	22,126.00
4	Barang cair (in drum)	T/M3	28,575.00	28,971.00	-	18,532.00
5	Cair melalui pipa	T/M3	-	-	<b>15,916.00</b>	-
6	Kayu bulat	T/M3	12,098.00	11,132.00	-	7,436.00
7	Rotan/Bambu	T/M3	41,937.00	42,519.00	-	27,199.00
8	Raw Material	T/M3	20,267.00	17,302.00	-	14,079.00
9	Curah Kering	T/M3	<b>14,538.00</b>	<b>13,053.00</b>	-	<b>10,377.00</b>
10	Hewan	Ekor	-	-	-	-

Sumber: *BJTIpport.co.id*

Diasumsikan pula bahwa kenaikan tarif sebesar 10% setiap tahun dengan pertimbangan penyesuaian terhadap inflasi dan peningkatan mutu pelayanan.

#### 4. *Net Present Value* dan *Benefit Cost Ratio*

NPV (*net present value*) memperhitungkan nilai waktu terhadap uang. Untuk itu *discount rate* ditetapkan dan digunakan untuk menilai seluruh biaya dan pendapatan di masa datang kedalam nilai sekarang. Dengan menjumlahkan seluruh biaya dan pendapatan yang telah disesuaikan nilainya tersebut, maka diperoleh NPV. Apabila NPV bernilai positif atau lebih dari nol, maka proyek layak secara finansial, sebaliknya apabila NPV bernilai negatif atau kurang dari nol, maka proyek tidak layak.

#### 5.1.1 Terminal Petikemas

Nilai Investasi dari pembangunan Terminal Petikemas meliputi: Dermaga Tambat, Kolam Labuh, dan Lapangan Penumpukan Petikemas.

1. Untuk kebutuhan Dermaga Tambat, kita bisa memakai rumus di bawah ini:

$$Lp = n Lo + (n - 1)15 + 50 \dots\dots\dots(5.1)$$

$$= 410 \quad \text{m}$$

Keterangan:

$Lp =$	Panjang Dermaga
$Lo =$	Panjang kapal
$n =$	jumlah kapal
$15 \text{ \& } 50 =$	ketetapan

2. Untuk kebutuhan Luas Kolam Labuh, kita dapat mencarinya dengan rumus sebagai berikut: *Luas Kolam Labuh = A Kolam putar + A sandar kapal*

$$= 136,004 \quad \text{m}^2$$

2a. Perhitungan Area Sandar Kapal menurut, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2004, adalah:

$$A = 1.8 L * 1.5 L \dots\dots\dots(5.2)$$

$$= 32,670 \quad \text{m}^2$$

Keterangan:

A = Luas perairan untuk tempat sandar 1 kapal  
L = Panjang kapal

2b. Dan Perhitungan Area Koam Putar menurut, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2004, adalah:

$$A = \frac{1}{4} * N * \pi * D^2 \dots\dots\dots(5.3)$$
$$= 37,994 \text{ m}^2$$

Keterangan:

A = Luas Kolam Putar  
N = Jumlah Kolam Putar  
D = Diamater area kolam putar dengan tunda = 2L  
L = Panjang kapal maksimum

Catatan: L yang yang digunakan adalah ukuran 110 meter,

3. Lalu untuk kebutuhan luas lapangan penumpukan, maka perhitunganya sebagai berikut:

$$Ls = \frac{Cj*tg*F}{r*365*mi} \dots\dots\dots(5.4)$$

Keterangan:

Ls      luas lahan  
Cj      Jumlah petikemas per tahun (3,094,752 TEUs)  
tg      waktu pemakaian storage rata-rata (hari)  
F      Luas per TEUs (rata-rata 15 m<sup>2</sup>)  
r      rasio tinggi penumpukan rata-rata/maksimum (0,6 - 0,8)  
mi      rasio tempat penumpukan rata-rata/kapasitas storage (0,65 - 0,7)

Note: Khusus untuk kebutuhan lahan penumpukan, penulis memanfaatkan data operasional dari PT Dok dan Perkapalan Surabaya, di mana luas lahan yang dibutuhkan untuk lapangan penumpukan adalah sebesar **11,994 m<sup>2</sup>**.

#### 4. Biaya Bongkar

Untuk acuan biaya bongkar, dapat dilihat dari Harga Satuan Pokok Kegiatan tahun 2016 untuk daerah Surabaya.

Table 5-4 Harga satuan Pokok Kegiatan khusus persiapan lahan

<b>24.01.01.03</b>	<b>Pembersihan Lapangan "Ringan" dan Perataan</b>		<b>m2</b>		
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0250	O.H	158,000.00	3,950.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.0500	O.H	110,000.00	5,500.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>9,450.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>9,450.00</b>
<b>24.01.01.04</b>	<b>Pembersihan Lapangan "Berat" dan Perataan</b>		<b>m2</b>		
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0500	O.H	158,000.00	7,900.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.1000	O.H	110,000.00	11,000.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>18,900.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>18,900.00</b>

Biaya bongkar, kita dapatkan dari hasil perhitungan luas lahan yang perlu dibersihkan dan disiapkan dikalikan dengan harga satuan pokok per 1 m<sup>2</sup>-nya. Luas lahan yang penulis perlukan, didapatkan dari data operasional PT Dok dan Perkapalan Surabaya. Total biaya Investasi untuk Jenis Terminal Petikemas ditunjukkan pada tabel 5.5.

Table 5-5 Nilai Investasi Terminal Petikemas

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Persiapan Lahan (Bongkar)	5,763	m2	18,900.00	108,911,250.00
2	Dermaga Tambat	1,640	m2	4,064,628.93	6,665,991,445.20
3	Pembuatan Kolam Labuh	544,016	m3	32,000.00	17,408,512,000.00
4	Lapangan Penumpukan	11,949	m2	1,222,000.00	14,601,678,000.00
	<b>Peralatan</b>				
5	Container Crane	4	buah	17,000,000,000.00	68,000,000,000.00
6	Forklift	5	buah	220,000,000.00	1,100,000,000.00
7	Head Truck	10	buah	150,000,000.00	1,500,000,000.00
8	Gantry	4	buah	17,000,000,000.00	68,000,000,000.00
	Jumlah				177,385,092,695.20
	PPn 10%				17,738,509,269.52
	Total Biaya Investasi				195,123,601,964.72

5. Selain Biaya Investasi, kita juga perlu mencari biaya operasional. Di sini, penulis asumsikan biaya operasional tiap poin kebutuhan diambil sekian % dari Biaya Investasi. Biaya perlengkapan sebesar 1.5%; biaya pemeliharaan sebesar 2%; biaya asuransi sebesar 2.5%; biaya asuransi sebesar 1%; dan biaya umum sebesar 0.5%, khusus untuk biaya penyusutan diambil 5% dari Biaya Investasi dengan formula Biaya Investasi dikurangi biaya 5% dibagi dengan lama waktu pembiayaan investasi.

Table 5-6 Biaya Operasional Terminal Petikemas

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Biaya
1	Biaya Pegawai	1	Rp	60,000,000.00	60,000,000.00
		5	Rp	45,000,000.00	225,000,000.00
		12	Rp	30,000,000.00	360,000,000.00
		24	Rp	20,000,000.00	480,000,000.00
		50	Rp	15,000,000.00	750,000,000.00
		60	Rp	7,000,000.00	420,000,000.00
2	Biaya Perlengkapan			2,926,854,029.47	2,926,854,029.47
3	Biaya Pemeliharaan			3,902,472,039.29	3,902,472,039.29
4	Biaya Penyusutan			18,536,742,186.65	18,536,742,186.65
5	Biaya Asuransi			4,878,090,049.12	4,878,090,049.12
6	Biaya Administrasi			1,951,236,019.65	3,902,472,039.29
7	Biaya Umum			975,618,009.82	975,618,009.82
	<b>Total Biaya</b>				<b>37,417,248,353.65</b>

## 6. Pendapatan

Pada perhitungan profitabilitas, selain mencari faktor biaya, kita juga perlu mencari faktor pendapatan yang didapatkan dari jumlah arus barang yang dilayani dikalikan dengan tarif jasa bongkar/muat pelabuhan bersangkutan. Jumlah arus barang yang dilayani, didapatkan dari jumlah arus yang sudah tidak dapat ditampung karena terbatasnya kapasitas terpasang. Jumlah arus barang ini didapatkan dari hasil proyeksi linier sederhana pada yang sudah dijelaskan pada BAB 4.

Pada perhitungan pendapatan, karena dipengaruhi oleh biaya, lama masa pembiayaan, dan bunga, maka penulis menggunakan metode *Net Present Value*, di mana variable – variable yang diperlukan antara lain:

Investasi Dermaga	Rp 195,123,601,964.72
Tenor	10
Grace Period	0
Suku bunga	8.00%
Pertambahan pengeluaran	5.00%
Pertambahan penerimaan	10.00%

Table 5-7 Jumlah Arus yang perlu dilayani (Petikemas) dan Pendapatan

TAHUN	ARUS PETIKEMAS	FCL (Milion Rp)	LCL (Milion Rp)	Shifting (Milion Rp)	Lift On/Lift Off (Milion Rp)	Total (Milion Rp)
2018	154,283	128.67	162.31	81.62	165.08	537.68
2019	461,999	385.31	486.02	244.40	494.34	1,610.07
2020	769,715	641.94	809.74	407.18	823.60	2,682.46
2021	1,077,431	898.58	1,133.46	569.96	1,152.85	3,754.85
2022	1,385,147	1,155.21	1,457.17	732.74	1,482.11	4,827.24
2023	1,692,863	1,411.85	1,780.89	895.52	1,811.36	5,899.63
2024	2,000,579	1,668.48	2,104.61	1,058.31	2,140.62	6,972.02
2025	2,308,295	1,925.12	2,428.33	1,221.09	2,469.88	8,044.41
2026	2,616,011	2,181.75	2,752.04	1,383.87	2,799.13	9,116.80
2027	2,923,727	2,438.39	3,075.76	1,546.65	3,128.39	10,189.19

Dari perhitungan NPV pendapatan di atas, pada tahun ke-sepuluh akan didapatkan NPV sebesar **Rp 29,262,066,587,545.30**.

### 5.1.2 Terminal Curah Kering

Nilai Investasi dari pembangunan Terminal Petikemas meliputi: Dermaga Tambat, Kolam Labuh, dan Lapangan Penumpukan Petikemas.

1. Untuk kebutuhan Dermaga Tambat, kita bisa memakai rumus di bawah ini:

$$Lp = n Lo + (n - 1)15 + 50 \dots\dots\dots(5.5)$$

$$= 410 \quad \text{m}$$

Keterangan:

$Lp =$	Panjang Dermaga
$Lo =$	Panjang kapal
$n =$	jumlah kapal
$15 \text{ \& } 50 =$	ketetapan

2. Untuk kebutuhan Luas Kolam Labuh, kita dapat mencarinya dengan rumus sebagai berikut: *Luas Kolam Labuh = A Kolam putar + A sandar kapal*

$$= 136,004 \quad \text{m}^2$$

2a. Perhitungan Area Sandar Kapal menurut, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2004, adalah:

$$A = 1.8 L * 1.5 L \dots\dots\dots(5.6)$$

$$= 32,670 \quad \text{m}^2$$

Keterangan:

$A =$	Luas perairan untuk tempat sandar 1 kapal
$L =$	Panjang kapal

2b. Dan Perhitungan Area Koam Putar menurut, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2004, adalah:

$$A = \frac{1}{4} * N * \pi * D^2 \dots\dots\dots(5.7)$$

$$= 37,994 \quad \text{m}^2$$

Keterangan:

A = Luas Kolam Putar  
 N = Jumlah Kolam Putar  
 D = Diameter area kolam putar dengan tunda = 2L  
 L = Panjang kapal maksimum

Catatan: L yang yang digunakan adalah ukuran 110 meter,

3. Lalu untuk kebutuhan luas lapangan penumpukan, maka perhitungannya sebagai berikut:

$$Ls = \frac{Cj*tg*F}{r*365*mi} \dots\dots\dots(5.8)$$

Keterangan:

Ls luas lahan  
 Cj Jumlah petikemas per tahun (3,094,752 TEUs)  
 tg waktu pemakaian storage rata-rata (hari)  
 F Luas per TEUs (rata-rata 15 m<sup>2</sup>)  
 r rasio tinggi penumpukan rata-rata/maksimum (0,6 - 0,8)  
 mi rasio tempat penumpukan rata-rata/kapasitas storage (0,65 - 0,7)

Note: Khusus untuk kebutuhan lahan penumpukan, penulis memanfaatkan data operasional dari PT Dok dan Perkapalan Surabaya, di mana luas lahan yang dibutuhkan untuk lapangan penumpukan adalah sebesar **5,250 m<sup>2</sup>**.

#### 4. Biaya Bongkar

Untuk acuan biaya bongkar, dapat dilihat dari Harga Satuan Pokok Kegiatan tahun 2016 untuk daerah Surabaya.

Table 5-8 Harga satuan Pokok Kegiatan khusus persiapan lahan

<b>24.01.01.03</b>	<b>Pembersihan Lapangan "Ringan" dan Perataan</b>		<b>m2</b>		
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0250	O.H	158,000.00	3,950.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.0500	O.H	110,000.00	5,500.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>9,450.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>9,450.00</b>
<b>24.01.01.04</b>	<b>Pembersihan Lapangan "Berat" dan Perataan</b>		<b>m2</b>		
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0500	O.H	158,000.00	7,900.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.1000	O.H	110,000.00	11,000.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>18,900.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>18,900.00</b>



Biaya bongkar, kita dapatkan dari hasil perhitungan luas lahan yang perlu dibersihkan dan disiapkan dikalikan dengan harga satuan pokok per 1 m<sup>2</sup>-nya. Luas lahan yang penulis perlukan, didapatkan dari data operasional PT Dok dan Perkapalan Surabaya. Total biaya Investasi untuk Jenis Terminal Petikemas ditunjukkan pada tabel 5.9.

Table 5-9 Nilai Investasi Terminal Curah Kering

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Persiapan Lahan (Bongkar)	5,763	m2	18,900.00	108,911,250.00
2	Dermaga Tambat	1,640	m2	4,064,628.93	6,665,991,445.20
3	Pembuatan Kolam Labuh	544,016	m3	32,000.00	17,408,512,000.00
4	Gudang Tertutup	5,250	m2	1,222,000.00	6,415,500,000.00
	<b>Peralatan</b>				
5	Shore Crane	3	buah	16,000,000,000.00	48,000,000,000.00
6	Pump	4	buah	17,000,000,000.00	68,000,000,000.00
7	Truck	10	buah	150,000,000.00	1,500,000,000.00
8	Forklift	5	buah	220,000,000.00	1,100,000,000.00
	Jumlah				149,198,914,695.20
	PPn 10%				14,919,891,469.52
	<b>Total Biaya Investasi</b>				<b>164,118,806,164.72</b>

5. Selain Biaya Investasi, kita juga perlu mencari biaya operasional.

Di sini, penulis asumsikan biaya operasional tiap poin kebutuhan diambil sekian % dari Biaya Investasi. Biaya perlengkapan sebesar 1.5%; biaya pemeliharaan sebesar 2%; biaya asuransi sebesar 2.5%; biaya asuransi sebesar 1%; dan biaya umum sebesar 0.5%, khusus untuk biaya penyusutan diambil 5% dari Biaya Investasi dengan formula Biaya Investasi dikurangi biaya 5% dibagi dengan lama waktu pembiayaan investasi.

Table 5-10 Biaya Operasional Terminal Curah Kering

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Biaya
1	Biaya Pegawai	1	Rp	60,000,000.00	60,000,000.00
		5	Rp	45,000,000.00	225,000,000.00
		12	Rp	30,000,000.00	360,000,000.00
		24	Rp	20,000,000.00	480,000,000.00
		50	Rp	15,000,000.00	750,000,000.00
		60	Rp	7,000,000.00	420,000,000.00
2	Biaya Perlengkapan			4,102,970,154.12	4,102,970,154.12
3	Biaya Pemeliharaan			16,411,880,616.47	16,411,880,616.47
4	Biaya Penyusutan			15,591,286,585.65	15,591,286,585.65
5	Biaya Asuransi			4,102,970,154.12	4,102,970,154.12
6	Biaya Administrasi			8,205,940,308.24	8,205,940,308.24
7	Biaya Umum			4,102,970,154.12	4,102,970,154.12
	<b>Total Biaya</b>				<b>54,813,017,972.71</b>

## 6. Pendapatan

Pada perhitungan profitabilitas, selain mencari faktor biaya, kita juga perlu mencari faktor pendapatan yang didapatkan dari jumlah arus barang yang dilayani dikalikan dengan tarif jasa bongkar/muat pelabuhan bersangkutan. Jumlah arus barang yang dilayani, didapatkan dari jumlah arus yang sudah tidak dapat ditampung karena terbatasnya kapasitas terpasang. Jumlah arus barang ini didapatkan dari hasil proyeksi linier sederhana pada yang sudah dijelaskan pada BAB 4.

Pada perhitungan pendapatan, karena dipengaruhi oleh biaya, lama masa pembiayaan, dan bunga, maka penulis menggunakan metode *Net Present Value*, di mana variable – variable yang diperlukan antara lain:

Investasi Dermaga	Rp 164,118,806,164.72
Tenor	10
Grace Period	0
Suku bunga	8.00%
Pertambahan pengeluaran	5.00%
Pertambahan penerimaan	10.00%

Table 5-11 Jumlah Arus yang perlu dilayani (Curah Kering) dan Pendapatan

TAHUN	ARUS Curah Kering	Stevedoring (Milion Rp)	Cargodoring (Milion Rp)	Receiving/Delivery (Milion Rp)	Total (Milion Rp)
2018	324,427	4.72	4.23	3.37	12.32
2019	1,351,164	5,170.14	17.64	14.02	5,201.80
2020	2,377,900	9,098.88	31.04	24.68	9,154.59
2021	3,404,637	13,027.62	44.44	35.33	13,107.39
2022	4,431,373	16,956.36	57.84	45.98	17,060.18
2023	5,458,110	20,885.10	71.24	56.64	21,012.98
2024	6,484,847	24,813.84	84.65	67.29	24,965.78
2025	7,511,583	28,742.58	98.05	77.95	28,918.57
2026	8,538,320	32,671.32	111.45	88.60	32,871.37
2027	9,565,056	36,600.06	124.85	99.26	36,824.17

Dari perhitungan NPV pendapatan di atas, pada tahun ke-sepuluh akan didapatkan NPV sebesar **Rp 109,114,050,391,237.00.**

### 5.1.3 Terminal Curah Cair

Nilai Investasi dari pembangunan Terminal Petikemas meliputi: Dermaga Tambat, Kolam Labuh, dan Lapangan Penumpukan Petikemas.

1. Untuk kebutuhan Dermaga Tambat, kita bisa memakai rumus di bawah ini:

$$Lp = n Lo + (n - 1)15 + 50 \dots\dots\dots(5.9)$$

$$= 410 \quad \text{m}$$

Keterangan:

$Lp$  = Panjang Dermaga  
 $Lo$  = Panjang kapal  
 $n$  = jumlah kapal  
 $15 \text{ \& } 50$  = ketentuan

2. Untuk kebutuhan Luas Kolam Labuh, kita dapat mencarinya dengan rumus sebagai berikut: *Luas Kolam Labuh = A Kolam putar + A sandar kapal*

$$= 136,004 \text{ m}^2$$

2a. Perhitungan Area Sandar Kapal menurut, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2004, adalah:

$$A = 1.8 L * 1.5 L \dots\dots\dots(5.10)$$

$$= 32,670 \text{ m}^2$$

Keterangan:

A = Luas perairan untuk tempat sandar 1 kapal  
L = Panjang kapal

2b. Dan Perhitungan Area Koam Putar menurut, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2004, adalah:

$$A = \frac{1}{4} * N * \pi * D^2 \dots\dots\dots(5.11)$$

$$= 37,994 \text{ m}^2$$

Keterangan:

A = Luas Kolam Putar  
N = Jumlah Kolam Putar  
D = Diameter area kolam putar dengan tunda = 2L  
L = Panjang kapal maksimum

Catatan: L yang yang digunakan adalah ukuran 110 meter,

3. Lalu untuk kebutuhan luas lapangan penumpukan, maka perhitungannya sebagai berikut:

$$Ls = \frac{Cj * tg * F}{r * 365 * mi} \dots\dots\dots(5.12)$$

Keterangan:

Ls luas lahan  
Cj Jumlah petikemas per tahun (3,094,752 TEUs)  
tg waktu pemakaian storage rata-rata (hari)  
F Luas per TEUs (rata-rata 15 m<sup>2</sup>)  
r rasio tinggi penumpukan rata-rata/maksimum (0,6 - 0,8)  
mi rasio tempat penumpukan rata-rata/kapasitas storage (0,65 - 0,7)

Note: Khusus untuk kebutuhan lahan penumpukan, penulis memanfaatkan data operasional dari PT Dok dan Perkapalan Surabaya, di mana luas lahan yang dibutuhkan untuk lapangan penumpukan adalah sebesar **5,250 m<sup>2</sup>**.

#### 4. Biaya Bongkar

Untuk acuan biaya bongkar, dapat dilihat dari Harga Satuan Pokok Kegiatan tahun 2016 untuk daerah Surabaya.

Table 5-12 Harga satuan Pokok Kegiatan khusus persiapan lahan

<b>24.01.01.03</b>	<b>Pembersihan Lapangan "Ringan" dan Perataan</b>		<b>m2</b>		
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0250	O.H	158,000.00	3,950.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.0500	O.H	110,000.00	5,500.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>9,450.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>9,450.00</b>
<b>24.01.01.04</b>	<b>Pembersihan Lapangan "Berat" dan Perataan</b>		<b>m2</b>		
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0500	O.H	158,000.00	7,900.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.1000	O.H	110,000.00	11,000.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>18,900.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>18,900.00</b>

Biaya bongkar, kita dapatkan dari hasil perhitungan luas lahan yang perlu dibersihkan dan disiapkan dikalikan dengan harga satuan pokok per 1 m<sup>2</sup>-nya. Luas lahan yang penulis perlukan, didapatkan dari data operasional PT Dok dan Perkapalan Surabaya. Total biaya Investasi untuk Jenis Terminal Petikemas ditunjukkan pada tabel 5.13.

Table 5-13 Nilai Investasi Terminal Curah Cair

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Biaya
1	Persiapan Lahan (Bongkar)	5,763	m2	18,900.00	108,911,250.00
2	Dermaga Tambat	1,640	m2	4,064,628.93	6,665,991,445.20
3	Pembuatan Kolam Labuh	544,016	m3	32,000.00	17,408,512,000.00
4	Gudang Tertutup	5,250	m2	1,222,000.00	6,415,500,000.00
	<b>Peralatan</b>				
5	Pump	4	buah	16,000,000,000.00	64,000,000,000.00
6	Forklift	3	buah	220,000,000.00	660,000,000.00
7	Truck	10	buah	150,000,000.00	1,500,000,000.00
	Jumlah				96,758,914,695.20
	PPn 10%				9,675,891,469.52
	Total Biaya Investasi				<b>106,434,806,164.72</b>

5. Selain Biaya Investasi, kita juga perlu mencari biaya operasional.

Di sini, penulis asumsikan biaya operasional tiap poin kebutuhan diambil sekian % dari Biaya Investasi. Biaya perlengkapan sebesar 1.5%; biaya pemeliharaan sebesar 2%; biaya asuransi sebesar 2.5%; biaya asuransi sebesar 1%; dan biaya umum sebesar 0.5%, khusus untuk biaya penyusutan diambil 5% dari Biaya Investasi dengan formula Biaya Investasi dikurangi biaya 5% dibagi dengan lama waktu pembiayaan investasi.

Table 5-0-14 Biaya Operasional Terminal Curah Cair

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Biaya
1	Biaya Pegawai	1	Rp	60,000,000.00	60,000,000.00
		5	Rp	45,000,000.00	225,000,000.00
		12	Rp	30,000,000.00	360,000,000.00
		24	Rp	20,000,000.00	480,000,000.00
		50	Rp	15,000,000.00	750,000,000.00
		60	Rp	7,000,000.00	420,000,000.00
2	Biaya Perlengkapan			2,660,870,154.12	2,660,870,154.12
3	Biaya Pemeliharaan			10,643,480,616.47	10,643,480,616.47
4	Biaya Penyusutan			10,111,306,585.65	10,111,306,585.65
5	Biaya Asuransi			2,660,870,154.12	2,660,870,154.12
6	Biaya Administrasi			5,321,740,308.24	5,321,740,308.24
7	Biaya Umum			2,660,870,154.12	2,660,870,154.12
	<b>Total Biaya</b>				<b>36,354,137,972.71</b>

## 6. Pendapatan

Pada perhitungan profitabilitas, selain mencari faktor biaya, kita juga perlu mencari faktor pendapatan yang didapatkan dari jumlah arus barang yang dilayani dikalikan dengan tarif jasa bongkar/muat pelabuhan bersangkutan. Jumlah arus barang yang dilayani, didapatkan dari jumlah arus yang sudah tidak dapat ditampung karena terbatasnya kapasitas terpasang. Jumlah arus barang ini didapatkan dari hasil proyeksi linier sederhana pada yang sudah dijelaskan pada BAB 4.

Pada perhitungan pendapatan, karena dipengaruhi oleh biaya, lama masa pembiayaan, dan bunga, maka penulis menggunakan metode *Net Present Value*, di mana variable – variable yang diperlukan antara lain:

Investasi Dermaga	Rp <b>106,434,806,164.72</b>
Tenor	10
Grace Period	0
Suku bunga	8.00%
Pertambahan pengeluaran	5.00%
Pertambahan penerimaan	10.00%

Table 5-15 Jumlah Arus yang perlu dilayani (Curah Cair) dan Pendapatan

<b>TAHUN</b>	<b>ARUS Curah Cair</b>	<b>T/L Fiost (Milion Rp)</b>
2026	55,131	0.88
2027	127,059	2.02
2028	198,988	3.17
2029	270,916	4.31
2030	342,845	5.46
2031	414,773	6.60
2032	486,701	7.75
2033	558,630	8.89
2034	630,558	10.04
2035	702,487	11.18

Dari perhitungan NPV pendapatan di atas, pada tahun ke-sepuluh akan didapatkan NPV sebesar **Rp (491,664,355,809.12)**



#### 5.1.4 Terminal General Cargo

Nilai Investasi dari pembangunan Terminal Petikemas meliputi: Dermaga Tambat, Kolam Labuh, dan Lapangan Penumpukan Petikemas.

1. Untuk kebutuhan Dermaga Tambat, kita bisa memakai rumus di bawah ini:

$$L_p = n L_oa + (n - 1)15 + 50 \quad \dots\dots\dots(5.13)$$

$$= 410 \quad \text{m}$$

Keterangan:

$L_p =$	Panjang Dermaga
$L_oa =$	Panjang kapal
$n =$	jumlah kapal
$15 \text{ \& } 50 =$	ketetapan

2. Untuk kebutuhan Luas Kolam Labuh, kita dapat mencarinya dengan rumus sebagai berikut: *Luas Kolam Labuh = A Kolam putar + A sandar kapal*

$$= 136,004 \quad \text{m}^2$$

2a. Perhitungan Area Sandar Kapal menurut, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2004, adalah:

$$A = 1.8 L * 1.5 L \quad \dots\dots\dots(5.14)$$

$$= 32,670 \quad \text{m}^2$$

Keterangan:

$A =$	Luas perairan untuk tempat sandar 1 kapal
$L =$	Panjang kapal

2b. Dan Perhitungan Area Koam Putar menurut, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2004, adalah:

$$A = \frac{1}{4} * N * \pi * D^2 \quad \dots\dots\dots(5.15)$$

$$= 37,994 \quad \text{m}^2$$

Keterangan:

$A =$	Luas Kolam Putar
$N =$	Jumlah Kolam Putar
$D =$	Diamater area kolam putar dengan tunda = 2L
$L =$	Panjang kapal maksimum

Catatan: L yang yang digunakan adalah ukuran 110 meter,

3. Lalu untuk kebutuhan luas lapangan penumpukan, maka perhitunganya sebagai berikut:

$$Ls = \frac{Cj * tg * F}{r * 365 * mi} \dots\dots\dots(5.16)$$

Keterangan:

Ls	luas lahan
Cj	Jumlah petikemas per tahun (3,094,752 TEUs)
tg	waktu pemakaian storage rata-rata (hari)
F	Luas per TEUs (rata-rata 15 m <sup>2</sup> )
r	rasio tinggi penumpukan rata-rata/maksimum (0,6 - 0,8)
mi	rasio tempat penumpukan rata-rata/kapasitas storage (0,65 - 0,7)

Note: Khusus untuk kebutuhan lahan penumpukan, penulis memanfaatkan data operasional dari PT Dok dan Perkapalan Surabaya, di mana luas lahan yang dibutuhkan untuk lapangan penumpukan adalah sebesar **5,250 m<sup>2</sup>**.

#### 4. Biaya Bongkar

Untuk acuan biaya bongkar, dapat dilihat dari Harga Satuan Pokok Kegiatan tahun 2016 untuk daerah Surabaya.

Table 5-16 Harga satuan Pokok Kegiatan khusus persiapan lahan

<b>24.01.01.03</b>	<b>Pembersihan Lapangan "Ringan" dan Perataan</b>		<b>m2</b>		
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0250	O.H	158,000.00	3,950.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.0500	O.H	110,000.00	5,500.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>9,450.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>9,450.00</b>
<b>24.01.01.04</b>	<b>Pembersihan Lapangan "Berat" dan Perataan</b>		<b>m2</b>		
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.0500	O.H	158,000.00	7,900.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.1000	O.H	110,000.00	11,000.00
				<b>Jumlah:</b>	<b>18,900.00</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>18,900.00</b>

Biaya bongkar, kita dapatkan dari hasil perhitungan luas lahan yang perlu dibersihkan dan disiapkan dikalikan dengan harga satuan pokok per 1 m<sup>2</sup>-nya. Luas lahan yang penulis perlukan, didapatkan dari data operasional PT Dok dan Perkapalan Surabaya. Total biaya Investasi untuk Jenis Terminal Petikemas ditunjukkan pada tabel 5.17.

Table 5-17 Nilai Investasi Terminal General Cargo

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Persiapan Lahan (Bongkar)	5,763	m2	18,900.00	108,911,250.00
2	Dermaga Tambat	1,640	m2	4,064,628.93	6,665,991,445.20
3	Pembuatan Kolam Labuh	544,016	m3	32,000.00	17,408,512,000.00
4	Gudang Tertutup	5,250	m2	1,222,000.00	6,415,500,000.00
	<b>Peralatan</b>				
5	Shore Crane	4	buah	16,000,000,000.00	64,000,000,000.00
6	Forklift	5	buah	220,000,000.00	1,100,000,000.00
7	Truck	10	buah	150,000,000.00	1,500,000,000.00
	Jumlah				97,198,914,695.20
	PPn 10%				9,719,891,469.52
	<b>Total Biaya Investasi</b>				<b>106,918,806,164.72</b>

5. Selain Biaya Investasi, kita juga perlu mencari biaya operasional.

Di sini, penulis asumsikan biaya operasional tiap poin kebutuhan diambil sekian % dari Biaya Investasi. Biaya perlengkapan sebesar 1.5%; biaya pemeliharaan sebesar 2%; biaya asuransi sebesar 2.5%; biaya asuransi sebesar 1%; dan biaya umum sebesar 0.5%, khusus untuk biaya penyusutan diambil 5% dari Biaya Investasi dengan formula Biaya Investasi dikurangi biaya 5% dibagi dengan lama waktu pembiayaan investasi.

Table 5-18 Biaya Operasional Terminal General Cargo

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Biaya (Rp)
1	Biaya Pegawai	1	Rp	60,000,000.00	60,000,000.00
		5	Rp	45,000,000.00	225,000,000.00
		12	Rp	30,000,000.00	360,000,000.00
		24	Rp	20,000,000.00	480,000,000.00
		50	Rp	15,000,000.00	750,000,000.00
		60	Rp	7,000,000.00	420,000,000.00
2	Biaya Perlengkapan		Rp	2,672,970,154.12	2,672,970,154.12
3	Biaya Pemeliharaan		Rp	10,691,880,616.47	10,691,880,616.47
4	Biaya Penyusutan		Rp	10,157,286,585.65	10,157,286,585.65
5	Biaya Asuransi		Rp	2,672,970,154.12	2,672,970,154.12
6	Biaya Administrasi		Rp	5,345,940,308.24	5,345,940,308.24
7	Biaya Umum		Rp	2,672,970,154.12	2,672,970,154.12
	<b>Total Biaya</b>				<b>36,509,017,972.71</b>

## 6. Pendapatan

Pada perhitungan profitabilitas, selain mencari faktor biaya, kita juga perlu mencari faktor pendapatan yang didapatkan dari jumlah arus barang yang dilayani dikalikan dengan tarif jasa bongkar/muat pelabuhan bersangkutan. Jumlah arus barang yang dilayani, didapatkan dari jumlah arus yang sudah tidak dapat ditampung karena terbatasnya kapasitas terpasang. Jumlah arus barang ini didapatkan dari hasil proyeksi linier sederhana pada yang sudah dijelaskan pada BAB 4.

Pada perhitungan pendapatan, karena dipengaruhi oleh biaya, lama masa pembiayaan, dan bunga, maka penulis menggunakan metode *Net Present Value*, di mana variable – variable yang diperlukan antara lain:

Investasi Dermaga	Rp 106,434,806,164.72
Tenor	10
Grace Period	0
Suku bunga	8.00%
Pertambahan pengeluaran	5.00%
Pertambahan penerimaan	10.00%

Table 5-19 Jumlah Arus yang perlu dilayani (General cargo) dan Pendapatan

TAHUN	ARUS General cargo	Stevedoring (Milion Rp)	Cargodoring (Milion Rp)	Receiving/Delivery (Milion Rp)	Total (Milion Rp)
2024	22,850	0.94	0.96	0.61	2.51
2025	134,489	5.55	5.63	3.60	14.78
2026	246,129	10.16	10.30	6.59	27.05
2027	357,769	14.77	14.98	9.58	39.33
2028	469,408	19.38	19.65	12.57	51.60
2029	581,048	23.99	24.32	15.56	63.87
2030	692,688	28.60	28.99	18.55	76.14
2031	804,328	33.21	33.67	21.54	88.41
2032	915,967	37.82	38.34	24.53	100.68
2033	1,027,607	42.43	43.01	27.52	112.96

Dari perhitungan NPV pendapatan di atas, pada tahun kesepuluh akan didapatkan NPV sebesar **Rp (193,973,857,674.35)**.

Setelah didapatkan semua nilai komponen biaya dan pendapatan tiap jenis terminal pelabuhan, lalu kita didapatkan juga nilai *Net Present Value*-nya, maka dapat rangkum dalam Tabel 5.20 di bawah ini.

Table 5-20 Hasil Perhitungan Profitabilitas Tiap Jenis Terminal

Jenis Terminal Pelabuhan	Biaya Investasi (Milion Rp)	Biaya Operasional (Milion Rp)	Pendapatan (Milion Rp)	Net Present Value (Milion Rp)	Ranking
Petikemas	195.12	37.42	53,634.33	29,262.07	2
Curah Kering	164.12	54.81	189,129.15	109,114.05	1
Curah Cair	54.81	36.35	60.29	(491.66)	4
General Cargo	106.43	36.51	577.34	(193.97)	3

## 5.2 Analisis Dampak Lingkungan

Pengembangan pelabuhan akan memperluas penggunaan wilayah perairan yang akan meningkatkan dampak terhadap lingkungan maritim. Maka dari itu, perencanaan pelabuhan harus lebih cermat dalam mitigasi lingkungan guna memperkecil kemungkinan dampak pencemaran lingkungan maritim di sekitarnya.

Dalam perencanaan pelabuhan modern, konsep pelabuhan ramah lingkungan menjadi hal yang lumrah digunakan. Isu konservatif energi dan pemeliharaan lingkungan sudah menjadi pertimbangan penting, baik dalam tahap pembangunan, hingga operasional dan fasilitas pelabuhan itu sendiri.

Kriteria-kriteria tentang lingkungan yang penulis ambil, sebagai pertimbangan yang diajukan adalah sebagai berikut:

Table 5-21 Dampak Lingkungan yang Mungkin

Dampak	Isi
Aspek Biologi	Keanekaragaman hayati flora dan fauna perairan (Plankton, bentos, nekton, dan lain sebagainya) dan fungsi lingkungan.
Aspek Teknologi	Menurunnya kualitas air dan udara akibat penggunaan teknologi dalam pembangunan /konstruksi pelabuhan.
Tata Ruang	Penurunan kondisi estetika

Kriteria tersebut di atas mungkin tidak dapat dipenuhi seluruhnya dengan sempurna, namun keberhasilan suatu pelabuhan dalam memenuhi kriteria tersebut, menentukan seberapa berhasil pelabuhan itu direncanakan, dibangun, dan dioperasikan dengan konsep “greenport”. Konsep pelabuhan yang ramah lingkungan juga tetap perlu memperhatikan dampak dari lingkungan sosial, pada masyarakat di sekitarnya.

Setelah dilakukan penilaian terhadap tiap kriteria dampak lingkungan yang diajukan sebagai pertimbangan, maka didapatkan penilaian dampak lingkungan sebelum dan sesudah dilakukan langkah-langkah penanganan.

Table 5-22 Dampak Lingkungan setelah adanya Penanganan

Dampak	Isi	Dampak Tanpa Pencegahan	Langkah - langkah penanggulangan	Penilaian
Aspek Biologi	Keanekaragaman hayati flora dan fauna perairan (Plankton, bentos, nekton, dan lain sebagainya) dan fungsi lingkungan.	4	1. Penanganan yang tepat terhadap limbah	3
			2. Penanganan yang tepat terhadap flora dan fauna langka	3
Aspek Teknologi	Menurunnya kualitas air dan udara akibat penggunaan teknologi dalam pembangunan /konstruksi pelabuhan.	3	Penerapan teknologi yang tepat (berdampak negatif kecil terhadap kualitas air & udara)	2
Tata Letak	Penurunan kondisi estetika	3	1. Pembangunan harus memperhatikan nilai estetika.	1
			2. Desain bangunan yang serasi.	1

Catatan:

- 1 : Dapat menimbulkan dampak penting
- 2 : Dapat menimbulkan dampak sedang
- 3 : Dapat menimbulkan dampak kecil
- 4 : Tidak penting

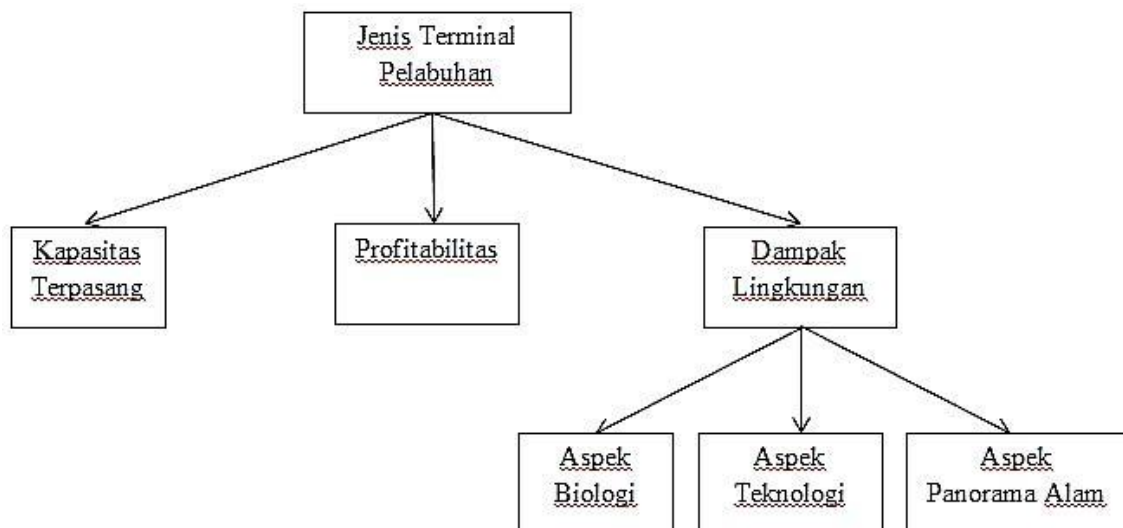
## BAB VI

### METODE PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Studi ini dilakukan untuk menentukan jenis terminal pelabuhan yang sesuai untuk pengalihan fungsi lahan PT Dok dan Perkapalan Surabaya, yang dilakukan dengan pemIndeksan pada setiap kriteria-kriteria terpilih dengan menggunakan Metode *Fuzzy AHP* dimana untuk mendapatkan nilai kepentingan perbandingan berpasangan didapat dari pengisian kuisioner yang diisi oleh para ahli di bidang pelabuhan. Pada penelitian ini untuk mendapatkan nilai kepentingan berpasangan setiap kriteria, penilaian dilakukan oleh 5 responden dimana mewakili 3 (dua) responden dari regulator yang berada di pelabuhan tanjung Perak, dan dua (2) responden yang mewakili sebagai operator pelabuhan. Dari penilaian lima (5) responden tersebut nilai kepentingan perbandingan setiap kriteria dijadikan satu dengan mencari nilai rata-rata.

#### 6.1 Penentuan Hierarki Pengambilan Keputusan

Metode *Fuzzy AHP* dalam hal ini terdapat 3 tingkatan yaitu untuk tingkat pertama adalah tujuan yaitu pemilihan jenis terminal pelabuhan, untuk tingkat kedua adalah kriteria pemilihan jenis terminal pelabuhan dan tingkat ketiga yaitu subkriteria jenis terminal pelabuhan. Berikut adalah struktur hierarki dari pemilihan jenis terminal pelabuhan:



Gambar 6-1 Struktur Hierarki Pengambilan Keputusan



## 6.2 PemIndeksan Tiap Kriteria yang Teridentifikasi

Pada metode *Fuzzy AHP* setelah menentukan struktur hierarki langkah berikutnya adalah menentukan nilai kepentingan berpasangan yang dilakukan oleh responden. Nilai dari setiap responden disusun menjadi matriks berpasangan. Berikut adalah matriks berpasangan dari semua responden:

Table 6-1 Matriks Berpasangan Kriteria Setiap Responden

Kriteria		Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang	Responden 1	1	0.5	3
	Responden 2	1	3.00	4.00
	Responden 3	1	2.00	3.00
	Responden 4	1	3.00	4.00
	Responden 5	1	0.33	3
Profitabilitas	Responden 1	2	1	4
	Responden 2	0.25	1	3
	Responden 3	0.50	1	4
	Responden 4	0.33	1	3
	Responden 5	3	1	4
Dampak Lingkungan	Responden 1	0.33	0.25	1
	Responden 2	0.25	0.33	1
	Responden 3	0.33	0.25	1
	Responden 4	0.25	0.33	1
	Responden 5	0.33	0.25	1

Dari Tabel di atas menunjukkan setiap nilai kepentingan dari setiap pasangan kriteria. Dari matrik berpasangan dilakukan normalisasi untuk mendapatkan nilai Indeks vektor yang akan digunakan untuk menentukan nilai eigen. Setelah mendapatkan nilai eigen didapatkan kemudian dilakukan perhitungan indeks konsistensi dari penilaian oleh responden.

### 6.2.1 Konsistensi

Dalam penilaian perbandingan berpasangan sering terjadi ketidakkonsistenan dari pendapat/prefensi yang diberikan oleh pengambil keputusan. Berdasarkan kondisi ini maka pembuat keputusan dapat menyatakan persepsinya akan konsisten atau tidak.

Konsistensi dari penilaian berpasangan dievaluasi dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR). Saaty menetapkan Jika  $CR \leq 0,1$  maka nilai perbandingan berpasangan pada matriks kriteria yang diberikan konsisten. Jika  $CR > 0,1$ , maka nilai perbandingan berpasangan pada matriks kriteria yang diberikan tidak konsisten. Sehingga jika tidak konsisten, maka pengisian nilai-nilai pada matriks berpasangan pada unsur kriteria maupun alternatif harus diulang.. Perhitungan yang digunakan untuk menentukan nilai konsistensi rasio sudah dibahas di tinjauan pustaka beserta langkah-langkahnya. Uji konsistensi yang dilakukan pada semua penilaian perbandingan berpasangan oleh responden ada pada Tabel IV.44.

Table 6-2 Konsistensi Rasio Penilaian Setiap Responden

<b>Responden</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Subkriteria Kapasitas Terpasang</b>	<b>Subkriteria Profitabilitas</b>	<b>Subkriteria Dampak Lingkungan</b>
	CR	CR	CR	CR
<b>Responden 1</b>	0.016	0.017	0.017	0.008
<b>Responden 2</b>	0.009	0.017	0.017	0.033
<b>Responden 3</b>	0.016	0.017	0.017	0.033
<b>Responden 4</b>	0.094	0.017	0.017	0.046
<b>Responden 5</b>	0.064	0.017	0.017	0.094

Tabel diatas menunjukkan bahwa penilaian yang dilakukan oleh 5 responden memenuhi uji konsistensi dimana nilai konsistensi rasio dari penilaian semua responden dengan nilai  $CR \leq 0,1$ .

Pada kriteria kapasitas terpasang dan profitabilitas memiliki nilai CR yang sama dikarenakan tidak ada subkriteria mengikuti dan nilai dari masing-masing kriteria dapat dihitung, sehingga dapat langsung diambil peringkat dari tiap jenis terminal yang terpilih berdasarkan nilai hitungan yang didapat.

### 6.2.2 Indeks Setiap Kriteria

Setelah melakukan uji konsistensi penilai dari setiap responden maka langkah selanjutnya adalah mengubah nilai AHP kedalam nilai lingistik dengan mengubah kedalam nilai perbandingan segitiga Fuzzy kedalam bentuk nilai  $,m,u$  . Untuk

menentukan nilai tersebut maka nilai kepentingan matriks perbandingan semua responden dicari rataannya dengan menggunakan metode geometrik mean dengan persamaan  $G(x_1, \dots, x_n) = \sqrt[n]{x_1 \dots x_n}$ . Nilai *Fuzzy* dari semua responden kemudian diolah menjadi Indeks. Untuk menjadi Indeks kepentingan hal yang dilakukan adalah menentukan nilai *Fuzzy synthetic extent* dimana thapan mencari nilai tersebut dijelaskan pada tinjauan pustaka. Setelah ditemukan nilai *fuzzy synthetic extent*, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *Fuzzy konveks* pada Studi ini nilai *Fuzzy konveks* setiap responden adalah sebagai berikut:

#### 6.2.2.1 Kriteria kapasitas Terpasang

Langkah pertama, penulis membandingkan tiap jenis terminal berdasarkan kriteria terpilih, maka akan didapatkan hasil seperti Tabel 6.3.

Table 6-3 Pairwise Comparasion Kriteria Kapasitas Terpasang

Kriteria	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas	1	2.000	4.000	2.000
Curah Kering	0.50	1	3.000	2.000
Curah Cair	0.3	0.333	1	0.50
General Cargo	0.5	0.5	2.00	1
Total	<b>2.25</b>	<b>3.83</b>	<b>10.000</b>	<b>5.500</b>

Setelah kita dapatkan matriks berpasangan tiap jenis terminal pada kriteria yang bersangkutan, kita dapat hitung vector prioritas dengan cara membagi matriks dengan jumlah, seperti pada Tabel 6.4 dan dilanjutkan dengan mencari nilai fuzzy konveksi pada kriteria terpilih, seperti Tabel 6.5.

Table 6-4 Vektor Prioritas Kriteria Kapasitas Terpasang

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total	Vektor Prioritas	Consistancy Measure
Petikemas	0.44	0.52	0.40	0.36	1.73	0.58	4.07
Curah Kering	0.22	0.26	0.30	0.36	1.15	0.38	4.05
Curah Cair	0.11	0.09	0.10	0.09	0.39	0.13	4.04
General Cargo	0.22	0.13	0.20	0.18	0.73	0.24	4.02
Total	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>3.00</b>	<b>1.33</b>	<b>4.05</b>

Table 6-5 Nilai Fuzzy Konveks Pada Kriteria Kapasitas Terpasang

Jenis Terminal	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas	-	1.00	1.00	1.00
Curah Kering	0.929	-	1	1.00
Curah Cair	0.687	0.76	-	0.84
General Cargo	1.00	0.93	0.844	-

Tabel 6.5 merupakan hasil dari perhitungan nilai *Fuzzy* konveks pada kriteria kapasitas terpasang yang akan digunakan untuk mencari Indeks masing-masing sesuai dengan jenis terminal.

#### 6.2.2.2 Kriteria Profitabilitas

Langkah selanjutnya yang penulis ambil adalah membandingkan tiap jenis terminal berdasarkan kriteria terpilih, maka akan didapatkan hasil seperti Tabel 6.6.

Table 6-6 Pairwise Comparasion Kriteria Profitabilitas

Kriteria	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas	1	0.500	3.000	2.000
Curah Kering	2.00	1	4.000	2.000
Curah Cair	0.3	0.250	1	0.50
General Cargo	0.5	0.5	2.00	1
<b>Total</b>	<b>3.83</b>	<b>2.25</b>	<b>10.000</b>	<b>5.500</b>

Setelah kita dapatkan matriks berpasangan tiap jenis terminal pada kriteria yang bersangkutan, kita dapat hitung vector prioritas dengan cara membagi matriks dengan jumlah, seperti pada Tabel 6.6 dan dilanjutkan dengan mencari nilai fuzzy konveksi pada kriteria terpilih, seperti Tabel 6.7.

Table 6-7 Vektor Prioritas Kriteria Profitabilitas

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total	Vektor Prioritas	Consistancy Measure
Petikemas	0.26	0.22	0.30	0.36	1.15	0.38	4.05
Curah Kering	0.52	0.44	0.40	0.36	1.73	0.58	4.07
Curah Cair	0.09	0.11	0.10	0.09	0.39	0.13	4.04
General Cargo	0.13	0.22	0.20	0.18	0.73	0.24	4.02
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>3.00</b>	<b>1.33</b>	<b>4.05</b>

Table 6-8 Nilai Fuzzy Konveks Pada Kriteria Profitabilitas

Jenis Terminal	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas	-	0.93	1.00	1.00
Curah Kering	1	-	1	1.00
Curah Cair	0.762	0.69	-	0.84
General Cargo	0.931	0.87	0.844	-

Tabel 6.8 merupakan hasil dari perhitungan nilai *Fuzzy* konveks pada kriteria profitabilitas yang akan digunakan untuk mencari Indeks masing-masing sesuai dengan jenis terminal.

### 6.2.2.3 Kriteria Dampak Lingkungan

Langkah pertama, penulis membandingkan tiap jenis terminal berdasarkan kriteria terpilih, maka akan didapatkan hasil seperti Tabel 6.9.

Table 6-9 Pairwise Comparasion Kriteria dampak Lingkungan

Kriteria	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas	1	2.000	4.000	2.000
Curah Kering	0.50	1	3.000	2.000
Curah Cair	0.3	0.333	1	0.50
General Cargo	0.5	0.5	2.00	1
<b>Total</b>	<b>2.25</b>	<b>3.83</b>	<b>10.000</b>	<b>5.500</b>

Setelah kita dapatkan matriks berpasangan tiap jenis terminal pada kriteria yang bersangkutan, kita dapat hitung vector prioritas dengan cara membagi matriks dengan jumlah, seperti pada Tabel 6.10 dan dilanjutkan dengan mencari nilai fuzzy konveksi pada kriteria terpilih, seperti Tabel 6.11.

Table 6-10 Vektor Prioritas Kriteria dampak Lingkungan

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total	Vektor Prioritas	Consistancy Measure
Petikemas	0.44	0.52	0.40	0.36	1.73	0.58	4.07
Curah Kering	0.22	0.26	0.30	0.36	1.15	0.38	4.05
Curah Cair	0.11	0.09	0.10	0.09	0.39	0.13	4.04
General Cargo	0.22	0.13	0.20	0.18	0.73	0.24	4.02
<b>Total</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>3.00</b>	<b>1.33</b>	<b>4.05</b>

Table 6-11 Nilai Fuzzy Konveks Pada Kriteria Dampak Lingkungan

Jenis Terminal	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas	-	1.00	1.00	1.00
Curah Kering	0.929	-	1	1.00
Curah Cair	0.687	0.76	-	0.84
General Cargo	1.00	0.93	0.844	-

Tabel 6.11 merupakan hasil dari perhitungan nilai *Fuzzy* konveks pada kriteria kapasitas terpasang yang akan digunakan untuk mencari Indeks masing-masing sesuai dengan jenis terminal.

### 6.2.3 Indeks Kriteria Terpilih

Untuk mencari nilai indeks pada kriteria dan subkriteria dapat dilakukan dengan operasi max dan min dimana nilai indeks adalah nilai minimal dari nilai *fuzzy* konveks pada tiap perbandingan berpasangan kriteria dan subkriteria. Setelah dilakukan normalisasi nilai Indeks, normalisasi Indeks ini akan dilakukan agar nilai dalam vektor diperbolehkan menjadi analog Indeks dan terdiri dari bilangan yang non-*fuzzy*. Dari nilai Indeks yang sudah dinormalisasi maka dapat dilihat peringkat kepentingan pada setiap kriteria dan subkriteria. Berikut ini adalah hasil dari perhitungan nilai Indeks dan peringkat kepentingan setiap kriteria dan subkriteria pada Studi ini.

Table 6-12 Nilai Indeks Kriteria

Kriteria	Nilai Indeks	Normalisasi Indeks	Rangking
Kapasitas Terpasang	1.000	0.435	1
Profitabilitas	0.997	0.434	2
Dampak Lingkungan	0.301	0.131	3
Total	2.298	1	

Tabel 6.12 menunjukan bahwa nilai indeks untuk kapasitas terpasang sebesar 0.435, profitabilitas 0.434, dan dampak lingkungan 0.131, maka kapasitas terpasang memperoleh peringkat sebagai kriteria yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan jenis terminal pelabuhan, profitabilitas peringkat dua, dan dampak lingkungan sebagai peringkat terakhir.

Table 6-13 Nilai Indeks Subkriteria Kapasitas Terpasang

Kriteria	Nilai Indeks	Normalisasi Indeks	Rangking
Petikemas	1.000	0.289	1
Curah Kering	0.929	0.269	2
Curah Cair	0.687	0.199	4
General Cargo	0.844	0.244	3
Total	3.460	1.000	

Table 6-14 Nilai Indeks Kriteria Profitabilitas

Kriteria	Nilai Indeks	Normalisasi Indeks	Rangking
Petikemas	0.929	0.269	2
Curah Kering	1.000	0.289	1
Curah Cair	0.687	0.199	4
General Cargo	0.844	0.244	3
Total	3.460	1.000	

Table 6-15 Nilai Indeks Kriteria Dampak Lingkungan

Kriteria	Nilai Indeks	Normalisasi Indeks	Rangking
Petikemas	1.000	0.289	1
Curah Kering	0.929	0.269	2
Curah Cair	0.687	0.199	4
General Cargo	0.844	0.244	3
Total	3.460	1.000	

Pada tabel 6.13 – 6.15 merupakan nilai setiap Indeks pada setiap kriteria jenis terminal serta perangkingan setiap kriteria tersebut.

Table 6-16 Nilai Tiap Kriteria Terpilih Berdasarkan Tiap Jenis Terminal

No.	Kriteria Terpilih		Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
1	Kapasitas Terpasang					
	(berdasarkan perhitungan)		4	3	2	1
2	Profitabilitas					
	(berdasarkan perhitungan)		3	4	1	2
3	Dampak Lingkungan					
3.1	Aspek Biologi	Keanekaragaman hayati flora dan fauna perairan (Plankton, bentos, nekton, dan lain sebagainya) dan fungsi lingkungan.	4	3	2	1
3.2	Aspek Teknologi	Menurunnya kualitas air dan udara akibat penggunaan teknologi dalam pembangunan /konstruksi pelabuhan.	4	3	1	2
3.3	Panorama Alam	Penurunan kondisi estetika karena penggunaan lahan	3	2	2	1

Setelah kita mendapatkan semua Indeks tiap kriteria dan subkriteria, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai dari masing-masing seperti pada Tabel 6.10 di atas.

Table 6-17 Nilai Indeks Kriteria Kapasitas Terpasang

Jenis Terminal	Nilai	Indeks	N*B
Petikemas	4	0.289	1.156
Curah Kering	3	0.269	0.806
Curah Cair	1	0.199	0.199
General Cargo	2	0.244	0.488

Table 6-18 Nilai Indeks Kriteria Profitabilitas

Jenis Terminal	Nilai	Indeks	N*B
Petikemas	3	0.289	0.867
Curah Kering	4	0.199	0.795
Curah Cair	1	0.244	0.244
General Cargo	2	1.000	2.000



Table 6-19 Nilai Indeks Kriteria Dampak Lingkungan

Subkriteria		Nilai	Indeks	N*B
Biologi	Petikemas	4	0.253	1.011
	Curah Kering	3	0.253	0.758
	Curah Cair	2	0.253	0.505
	General Cargo	1	0.253	0.253
Teknologi	Petikemas	4	0.565	2.260
	Curah Kering	3	0.565	1.695
	Curah Cair	1	0.565	0.565
	General Cargo	2	0.565	1.130
Panorama Alam	Petikemas	3	0.182	0.547
	Curah Kering	2	0.182	0.365
	Curah Cair	1	0.182	0.182
	General Cargo	1	0.182	0.182
		Total	Petikemas	3.818
			Curah Kering	2.818
			Curah Cair	1.253
			General Cargo	1.565

Pada tabel 6.17 – 6.19 merupakan perkalian nilai dengan Indeks yang sudah didapatkan tadi pada setiap subkriteria jenis terminal, sehingga didapatkan nilai Indeks masing – masing tiap jenis terminal.

Setelah kita dapatkan nilai Indeks dari tiap subkriteria, maka lanjut pada tahap selanjutnya adalah mengalikan hasil nilai Indeks yang didapat tiap subkriteria dengan Indeks kriteria utama yang didapat pada Tabel 6.6 , dan didapatkan hasil pada Tabel 6.14 di bawah ini.

Table 6-20 Indeks Kriteria berdasarkan Jenis Pelabuhan

Kriteria		Nilai	Indeks	N*B
Kapasitas Terpasang	Petikemas	1.156	0.435	0.503
	Curah Kering	0.806	0.435	0.351
	Curah Cair	0.199	0.435	0.086
	General Cargo	0.488	0.435	0.212
Profitabilitas	Petikemas	0.867	0.434	0.376
	Curah Kering	0.795	0.434	0.345
	Curah Cair	0.244	0.434	0.106
	General Cargo	2.000	0.434	0.868
Dampak Lingkungan	Petikemas	3.818	0.131	0.500
	Curah Kering	2.818	0.131	0.369
	Curah Cair	1.253	0.131	0.164
	General Cargo	1.565	0.131	0.205

Dari Tabel 6.20 di atas, jika kita jumlahkan nilai Indeks berdasarkan jenis terminal, maka akan kita dapatkan nilai Indeks total dan kita dapatkan nilai indeks setelah kita urutkan berdasarkan ranking untuk menentukan jenis terminal pelabuhan yang terpilih.

Table 6-21 Nilai total tiap jenis terminal Pelabuhan

Jenis Terminal Pelabuhan	Nilai Indeks Total	Ranking
Petikemas	<b>1.379</b>	<b>1</b>
Curah Kering	1.064	3
Curah Cair	0.356	4
General Cargo	1.285	2

*Halaman ini sengaja dikosongkan.*

## **BAB VII**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan rumusan masalah yang disampaikan sebelumnya, kesimpulan yang bisa diambil dari Studi ini adalah:

1. Kriteria terpilih yang dijadikan acuan dalam studi ini untuk menentukan jenis terminal pelabuhan yang sesuai adalah; Kapasitas Terpasang, Profitabilitas, dan Dampak Lingkungan.
2. Pada kriteria Kapasitas Terpasang, terminal Petikemas yang menduduki peringkat 1; untuk kriteria Profitabilitas, terminal Curah Kering yang menduduki peringkat 1; sedangkan untuk kriteria Dampak Lingkungan, terminal Petikemas yang menduduki peringkat 1.
3. Dengan metode Fuzzy AHP, didapatkan nilai indeks terpilih sebagai berikut: Kapasitas Terpasang dengan nilai indeks 0.435, Profitabilitas dengan nilai indeks 0.434, dan Dampak Lingkungan dengan nilai indeks 0.131.
4. Secara keseluruhan, terminal Petikemas mendapatkan peringkat 1 sebagai jenis terminal pelabuhan terpilih dari empat jenis terminal pelabuhan yang diajukan dengan memiliki nilai Indeks total terbesar sebesar 1.379.

#### **6.2 Saran**

Dalam studi ini masih terdapat kekurangan dimana yang dapat dijadikan rujukan untuk Tugas Akhir selanjutnya, dimana terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk studi selanjutnya Studi ini dapat dikembangkan untuk mencari analisis pengembangan pelabuhan.
2. Dalam studi ini masih terdapat penilaian yang bersifat kualitatif, untuk Studi selanjutnya penilaian dapat dilakukan secara kuantitatif.
3. Studi ini hanya membahas tentang kriteria jenis pelabuhan dari segi *demand side* (arus barang) dan analisis keuntungan, untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan perubahan dengan mengkaji dari segi operasional dan manajemen.

*Halaman ini sengaja dikosongkan.*

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktur Jenderal Perhubungan Darat. (2014). *Profil dan Kinerja Perhubungan Darat*. Bali: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Dewi, S. Hartati, A. Harjoko and R. Wardoyo, “*Fuzzy Multy-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*”, Graha Ilmu, 2006.
- Frankle, E. E. (1987). *Port Planing and Development*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan* (2nd ed., Vol. I). Jakarta: Erlangga.
- Kementrian Perhubungan. 2014. Peraturan Menteri Perhubungan Indonesia No. PM. 78 Tahun 2014. Tentang Standar Biaya Dilingkungan Kementrian Perhubungan. Jakarta.
- Kramadibrata, S. 2002. “*Perencanaan Pelabuhan*”. Penerbit ITB, Edisi Kedua, Bandung. PT. ASDP Indonesia Ferry, 2015.
- Nasution. M. N., (2004), “*Manajemen Transportasi*”, Ghalia Indonesia, Jakarta. S. K.
- Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Ofset. Yogyakarta.
- Sudjana. (1996) , “*Teknik Analisis Regresi Dan Korelasi*”. Tarsito: Bandung.
- Supriyono, (2009). *Analisa Pelayanan BongkarMuat Petikemas yang Optimal pada Terminal Petikemas*, Media Komunikasi Teknik Sipil. Undip, Semarang.
- Zhu, K. J., Y. Jing and D. Y. Chang, (1999), “A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy AHP,” *European Journal of Operational Research*, 116, 450-456.
- Pamungkas, I. (2017). *Model Pengembangan Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Berbasis Pelabuhan Higienis: Studi Kasus Pelabuhan Perikanan Pantai Bajomulyo*. Surabaya: ITS.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.61. (2009). *Kepelabuhan*. Jakarta.
- Pujawan, I. N. (n.d.). *Ekonomi Teknik*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan.*

## **LAMPIRAN**



*Halaman ini sengaja dikosongkan.*

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kediri, 28 Desember 1990. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari TK Pesantren Mambaul Hisan Ngadiluwih Kediri (1996-1998), SDN Bujel 1 Kediri (1998-2003), SMP Negeri 1 Kediri (2003-2006), SMA Negeri 1 Kediri (2006-2009) dan pada tahun 2009, penulis diterima melalui jalur PMDK Reguler di Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 4109100030. Bidang studi yang dipilih penulis ketika menjalani perkuliahan adalah Program Studi Transportasi Laut. Di Program Studi Transportasi Laut ini, penulis mengambil Tugas Perencanaan Transportasi Laut (TPT) studi tentang Logistik dan Tugas Akhir (TA) tentang Pelabuhan dengan judul “Desain Konseptual Fasilitas Pelabuhan Penyeberangan: Studi Kasus Padangbai”. Penulis pernah aktif pada organisasi dan kegiatan yang ada di kampus, antara lain tercatat sebagai anggota Sekretaris Departemen dalam Negeri Departemen Teknik Transportasi Laut periode 2010-2012, anggota kepanitiaan Pemilu Raya ITS 2010, dsb. Penulis pernah mengikuti mengikut Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM) pra-Tingkat Dasar (Pra-TD) serta Pemahaman Wawasan Organisasi Tingkat Jurusan. Bagi pembaca yang ingin menghubungi penulis bisa melalui alamat email: [rosadp165@yahoo.com](mailto:rosadp165@yahoo.com). Terima Kasih.

## LAMPIRAN I

### STANDAR/INDIKATOR KINERJA PELAYANAN OPERASIONAL

Berdasarkan Keputusan DIRJEN Perhubungan Laut Nomor: UM.002/38/18/DJPL-2011

a. Waktu Tunggu Kapal (Waiting Time/WT);	Pelayanan	Baik jika capaiannya < standar, Cukup baik jika 0 – 10% > dari standar, dan Kurang baik jika > 10%
b. Waktu Pelayanan Pemanduan (Approach Time/AT);		Baik jika capaiannya < standar, Cukup baik jika 0 – 10% > dari standar, dan Kurang baik jika > 10%
c. Waktu Efektif (Effective Time dibanding Berth Time/ET:BT);		Baik, jika capaiannya > standar. Cukup baik, jika capaiannya 90-100 %. Kurang baik, jika < 90%
d. Produktivitas kerja (T/G/J dan B/C/H);	Produktifitas	Baik, jika capaiannya > standar. Cukup baik, jika capaiannya 90-100 %. Kurang baik, jika < 90%
e. Receiving/Delivery petikemas;		Baik, jika capaiannya < standar, Cukup baik jika 0 – 10% > dari standar, dan Kurang baik jika > 10%
f. Tingkat Penggunaan Dermaga (Berth Occupancy Ratio/BOR);	Utilitas	Baik, jika capaiannya < standar, Cukup baik jika 0 – 10% > dari standar, dan Kurang baik jika > 10%
h. Tingkat Penggunaan Lapangan (Yard Occupancy Ratio/YOR); dan		Baik, jika capaiannya < standar, Cukup baik jika 0 – 10% > dari standar, dan Kurang baik jika > 10%
i. Kesiapan operasi peralatan.		Baik, jika capaiannya > standar. Cukup baik, jika capaiannya 90-100 %. Kurang baik, jika < 90%

Berdasarkan indikator di atas, maka dapat dikelompokkan dalam 3 kelompok kinerja:

1. Pelayanan
2. Produktifitas
3. Utilitas

## LAMPIRAN II

### STANDAR KINERJA OPERASIONAL KAPAL ANGKUTAN LAUT LUAR NEGERI DAN DALAM NEGERI

Keputusan Dirjen Perhubungan Laut Nomor: UM.002/38/18/DJPL-2011

Otoritas Pelabuhan Wilayah III Tanjung Perak Surabaya

No.	Lokasi Pelabuhan	Standar Pelayanan Kapal Angkatan Laut			Standar Kinerja B/M Barang Non Petikemas					Standar Kinerja B/M Petikemas				Standar Utilitas Fasilitas		
		WT	AT	ET:BT	GC	BC	UN	CC	CK	Dermaga UTPK	Dermaga Konvensional	Receiving	Delivery	BOR	SOR	YOR
		Jam	Jam	(%)	(T/G/J)	(T/G/J)	(T/G/J)	(T/J)	(T/J)	Box/CC/Jam	Box/Crane/Jam	Menit	Menit	(%)	(%)	(%)
1	Tanjung Perak															
	a. Terminal Jamrud	2,00	4,00	70	35	40	50	125	100	-	10	60	90	70	65	50
	b. Terminal Nilam	2,00	4,00	70	25	30	-	100	100	-	18	60	90	70	-	70
	c. Terminal Mirah	2,00	4,00	70	30	30	-	100	-	-	10	60	90	70	-	70
	d. Berlian Jasa Terminal Indonesia	2,00	4,00	70	-	35	-	-	-	-	15	60	90	70	-	70
	e. Terminal Petikemas Surabaya	2,00	4,00	70	-	-	-	-	-	25	-	30	45	70	-	70
2	Tanjung Emas															
	a. Terminal Konvensional	1,00	1,00	70	30	35	35	150	100	-	-	-	-	70	65	50

	b. Terminal Petikemas Semarang	1,00	1,00	80	-	-	-	-	-	25	-	45	60	70	-	80
3	Tanjung Intan (Cilacap)	1,00	2,00	70	30	35	-	-	100	-	-	-	-	70	65	60
4	Banjarmasin															
	a. Terminal Konvensional	2,00	4,00	70	30	35	-	-	100	-	-	-	-	70	70	70
	b. Terminal Petikemas Banjarmasin	2,00	4,00	80	-	-	-	-	-	20	-	60	90	70	-	80
5	Gresik	1,00	2,00	70	30	35	-	100	100	-	-	-	-	70	65	80
6	Tanjung Wangi	1,00	1,00	70	30	35	-	100	100	-	-	-	-	70	-	50
7	Benoa	1,00	1,00	70	30	35	-	100	-	-	-	60	90	70	40	60
8	Tenau/Kupang	1,00	1,00	70	30	35	-	100	100	-	12	60	90	70	40	60
9	Kotabaru															
	a. Dermaga umum	1,50	2,00	70	30	35	-	100	100	-	10	60	90	70	40	60
	b. Mekar Putih/IBT	1,00	1,00	80	-	-	-	-	150	-	-	-	-	-	-	-
10	Sampit	1,00	4,00	70	30	35	35	100	100	-	10	60	90	70	-	60

### LAMPIRAN III

## PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO (PDRB) JAWA TIMUR

Sumber: BPS Jawa Timur

TAHUN	PDRB
2009	Rp320,861,168.91
2010	Rp342,280,764.89
2011	Rp366,983,277.46
2012	Rp393,662,847.40
2013	Rp419,428,445.69

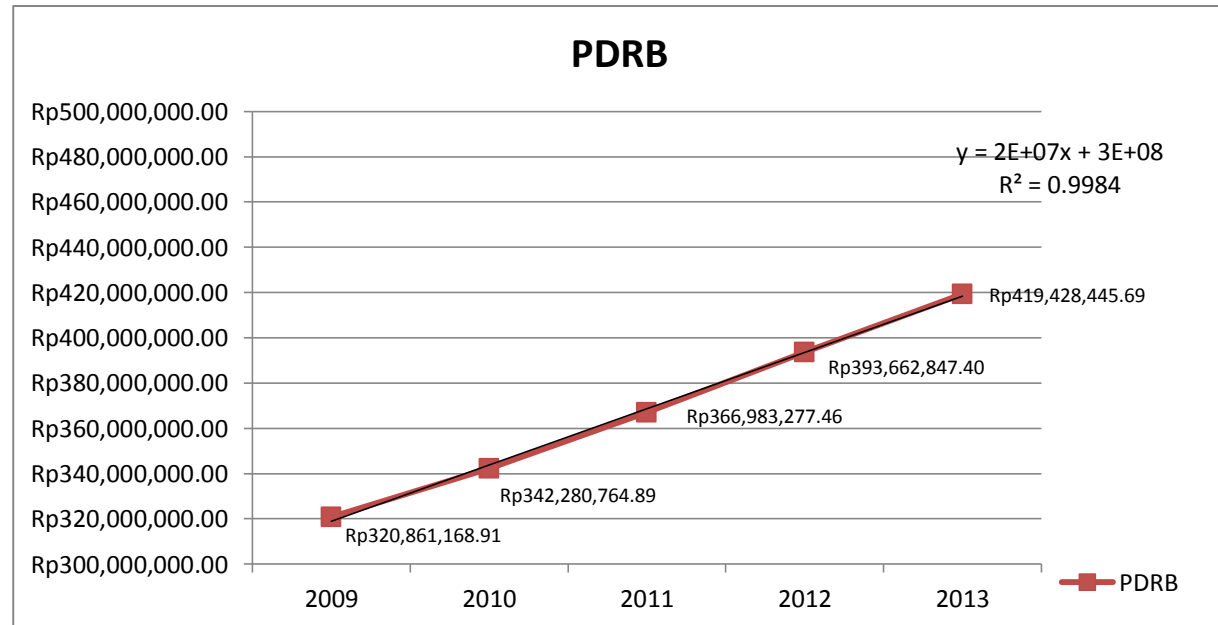
### PROYEKSI PDRB

$$y = Ax + B$$

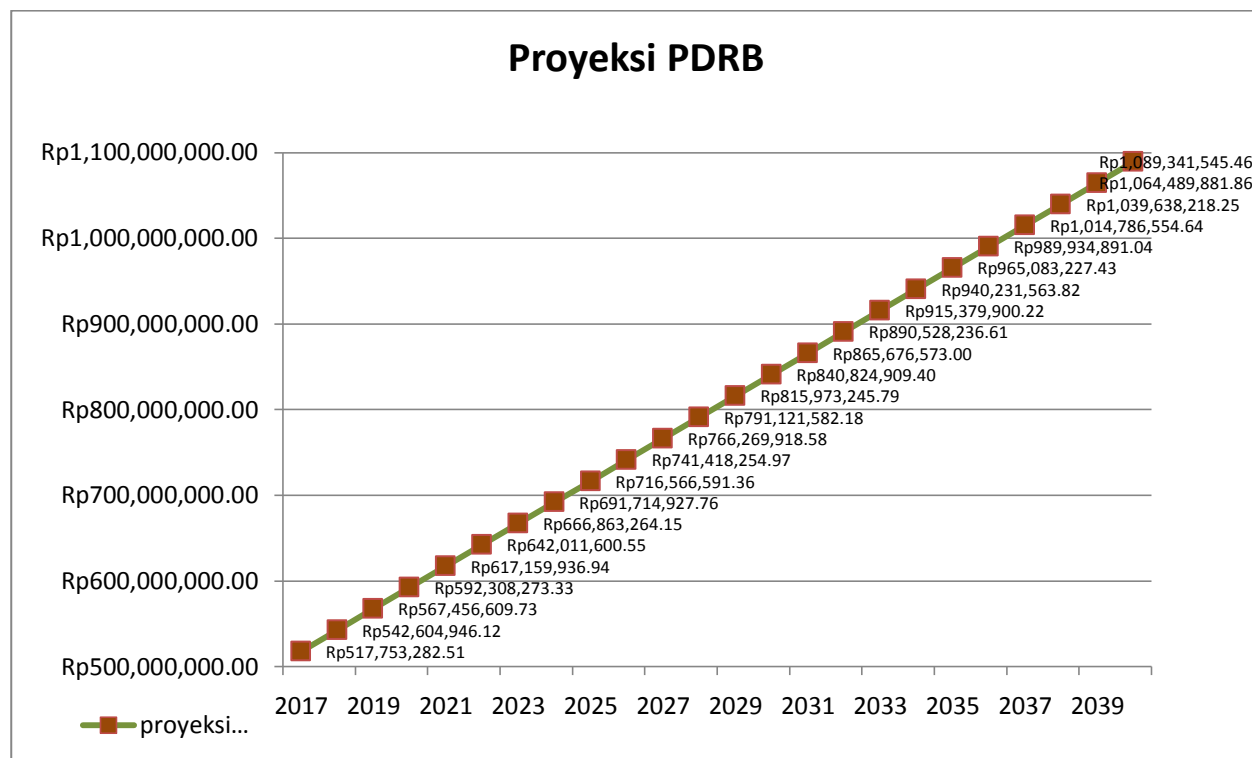
$$a \quad 24851663.61$$

$$b \quad -49608052212$$

Tahun	PDRB
2014	Rp443,198,291.69
2015	Rp468,049,955.30
2016	Rp492,901,618.91
2017	Rp517,753,282.51
2018	Rp542,604,946.12
2019	Rp567,456,609.73
2020	Rp592,308,273.33
2021	Rp617,159,936.94
2022	Rp642,011,600.55



2023	Rp666,863,264.15
2024	Rp691,714,927.76
2025	Rp716,566,591.36
2026	Rp741,418,254.97
2027	Rp766,269,918.58
2028	Rp791,121,582.18
2029	Rp815,973,245.79
2030	Rp840,824,909.40
2031	Rp865,676,573.00
2032	Rp890,528,236.61
2033	Rp915,379,900.22
2034	Rp940,231,563.82
2035	Rp965,083,227.43
2036	Rp989,934,891.04
2037	Rp1,014,786,554.64
2038	Rp1,039,638,218.25
2039	Rp1,064,489,881.86
2040	Rp1,089,341,545.46



## LAMPIRAN IV

## ARUS BARANG / KOMODITAS

## PT.PELABUHAN INDONESIA III (PERSERO) TANJUNG PERAK

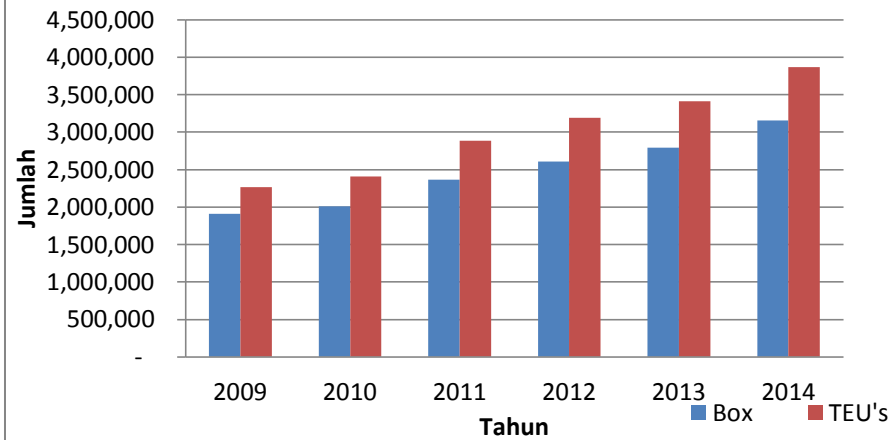
## TAHUN 2009 s/d 2014

NO	URAIAN		SAT	TAHUN					
				2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>I</b>	<b>PETIKEMAS</b>								
	<b>A.</b>	<b>International</b>	Box	708,230	806,908	904,646	1,031,725	1,096,823	1,291,349
			TEU's	1,004,261	1,131,893	1,275,551	1,454,733	1,546,521	1,820,802
	<b>B.</b>	<b>Domestik</b>	Box	1,204,071	1,205,371	1,465,270	1,578,146	1,699,717	1,862,796
			TEU's	1,265,759	1,275,596	1,611,798	1,735,961	1,869,689	2,049,075
		<b>Jumlah</b>	Box	1,912,301	2,012,279	2,369,916	2,609,872	2,796,541	3,154,145
			TEU's	2,270,020	2,407,489	2,887,348	3,190,694	3,416,210	3,869,877
<b>II</b>	<b>CURAH KERING</b>								
	<b>A.</b>	<b>International</b>	Ton	3,450,993	4,441,509	5,019,862	5,654,349	6,375,171	7,335,507
	<b>B.</b>	<b>Domestik</b>	Ton	1,080,039	1,387,484	1,907,339	2,114,881	2,345,045	2,649,067
		<b>Jumlah</b>	Ton						

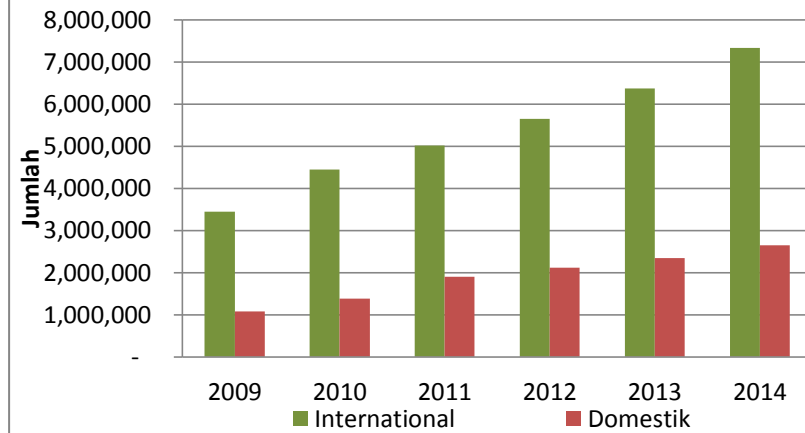


				4,531,032	5,828,993	6,927,201	7,769,230	8,720,216	9,984,574
<b>III</b>	<b>CURAH CAIR</b>								
	<b>A.</b>	<b>Curah Cair BBM</b>							
	<b>1.</b>	<b>International</b>	Ton	1,246,290	1,367,009.08	1,499,421	1,612,917	1,735,004	1,902,315
	<b>2.</b>	<b>Domestik</b>	Ton	1,031,716	1,032,370	1,102,228	1,185,659	1,275,405	1,399,384
	<b>B.</b>	<b>Curah Cair Non-BBM</b>							
	<b>1.</b>	<b>Domestik</b>	Ton	1,409,640	1,409,763	1,422,192	1,429,158	1,436,159	1,472,057
		<b>Total domestik</b>	Ton	2,441,355	2,442,133	2,524,420	2,614,817	2,711,564	2,871,441
		<b>Jumlah</b>		3,687,645	3,809,142	4,023,841	4,227,734	4,446,568	4,773,756
<b>IV</b>	<b>A.</b>	<b>GENERAL CARGO</b>							
	<b>1.</b>	<b>International</b>	Ton	2,283,830	2,284,291	2,331,315	2,377,941	2,425,500	2,522,679
	<b>2.</b>	<b>Domestik</b>	Ton	4,507,518	4,508,385	4,596,827	4,688,764	4,782,539	4,956,572
		<b>Jumlah</b>	Ton	6,791,348	6,792,676	6,928,142	7,066,705	7,208,039	7,479,251

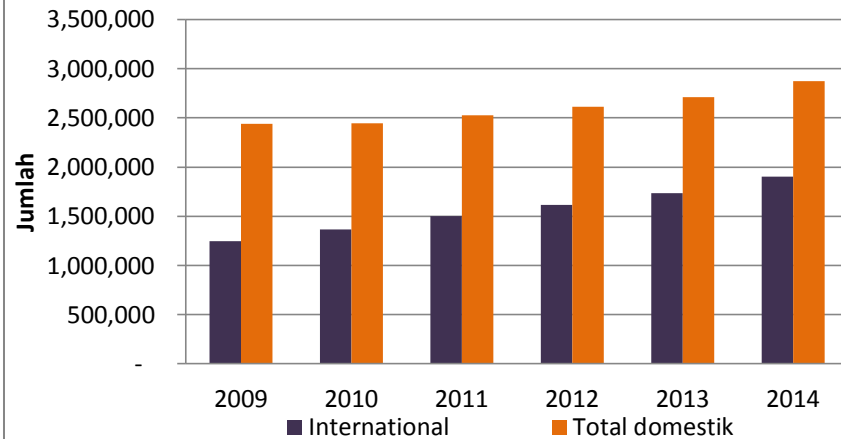
### Arus Petikemas



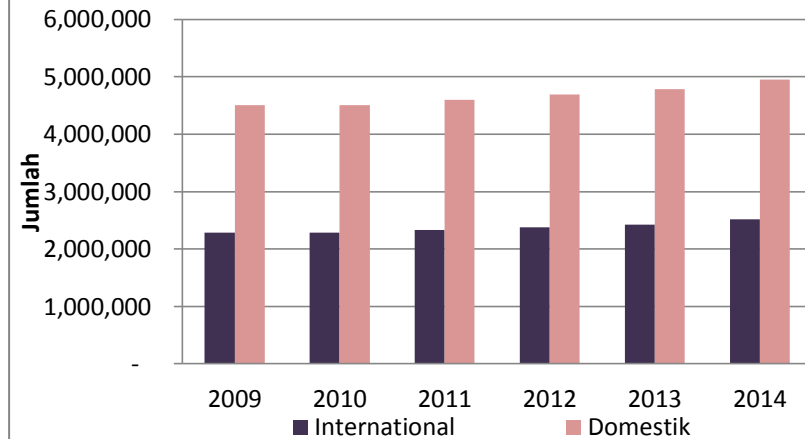
### Arus Curah Kering



### Arus Curah Cair



### Arus General Cargo



LAMPIRAN V PROYEKSI LINIER ARUS

Komoditi	TAHUN					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Petikemas</b>	1,912,301	2,012,279	2,369,916	2,609,872	2,796,541	3,154,145
	2,270,020	2,407,489	2,887,348	3,190,694	3,416,210	3,869,877
<b>Curah kering</b>	4,531,032	5,828,993	6,927,201	7,769,230	8,720,216	9,984,574
<b>Curah Cair</b>	2,415,590	2,416,590	2,524,420	2,614,817	2,711,564	2,871,441
<b>Curah Cargo</b>	6,747,127	6,748,873	6,928,142	7,066,705	7,208,039	7,479,251

TAHUN	PDRB	Komoditas				
		Petikemas		Curah Kering	Curah Cair	Curah Cargo
		Box	Teus	Ton	Ton	Ton
2009	Rp 320,861,168.91	1,912,301	2,270,020	4,531,032	2,441,355	6,791,348
2010	Rp 342,280,764.89	2,012,279	2,407,489	5,828,993	2,442,133	6,792,676
2011	Rp 366,983,277.46	2,369,916	2,887,348	6,927,201	2,524,420	6,928,142
2012	Rp 393,662,847.40	2,609,872	3,190,694	7,769,230	2,614,817	7,066,705
2013	Rp 419,428,445.69	2,796,541	3,416,210	8,720,216	2,711,564	7,208,039
2014	Rp 443,198,291.69	2,796,541	3,869,877	9,984,574	2,871,441	7,479,251

Proyeksi Petikemas (Box) terhadap PDRB

$$y = Ax + B$$

a 0.012382105  
b -1173669.9

Proyeksi Curah Kering terhadap PDRB

$$y = Ax + B$$

a 0.041314602  
b -8475016.957

Proyeksi Curah Cargo terhadap PDRB

$$y = Ax + B$$

a 0.004492244  
b 5301346.061

Proyeksi Petikemas (Teus) terhadap PDRB

$$y = Ax + B$$

a 0.012382105  
b -1730227.689

Proyeksi Curah Cair terhadap PDRB

$$y = Ax + B$$

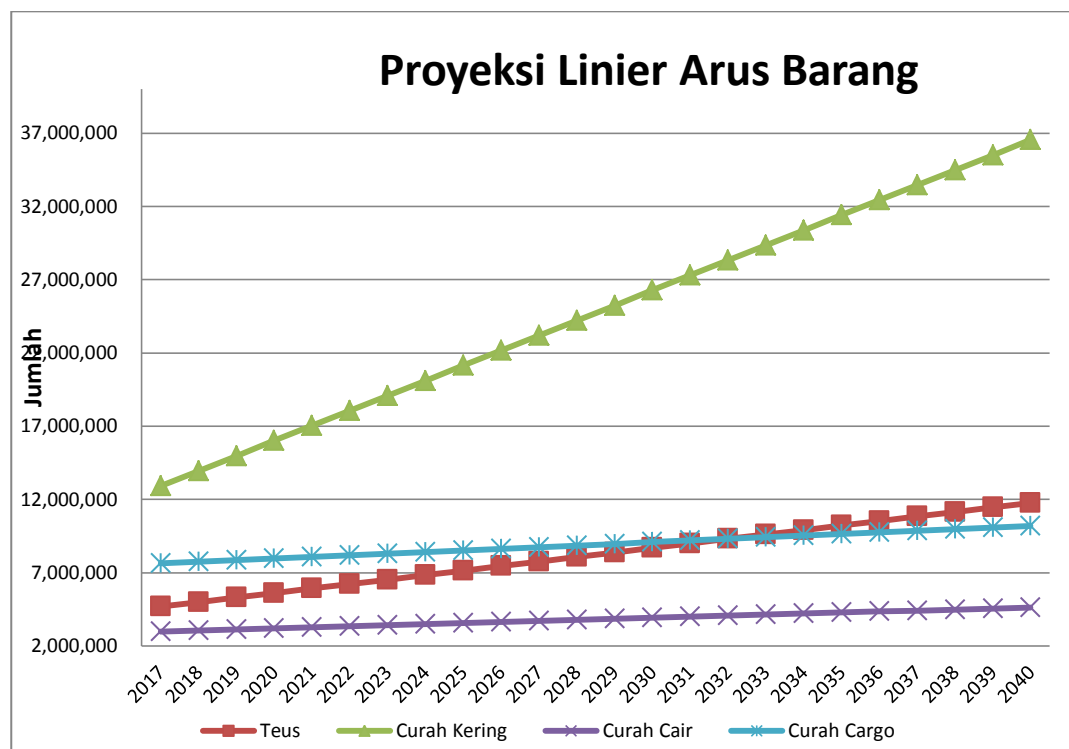
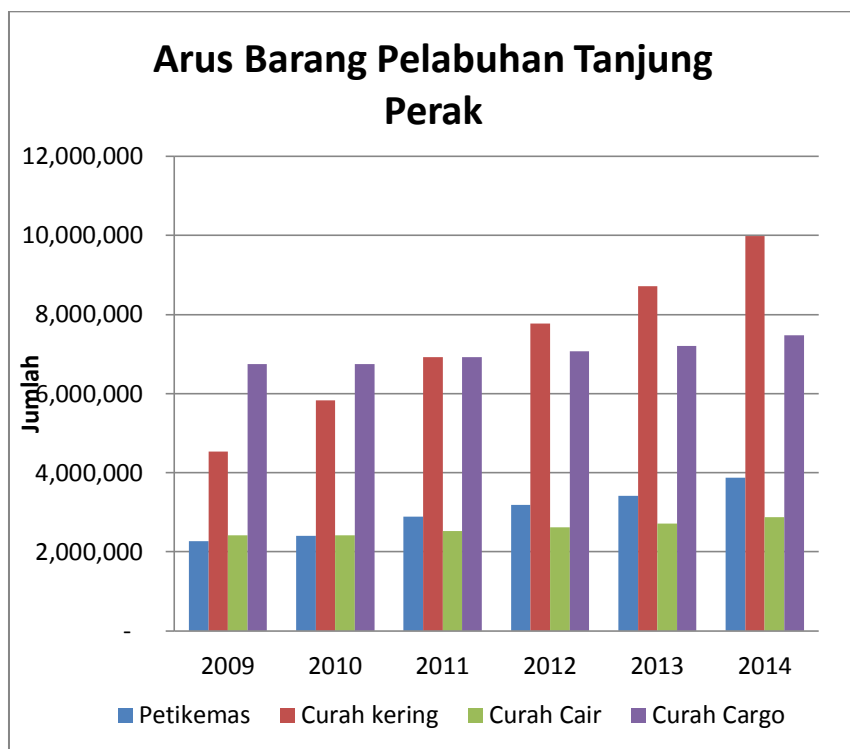
a 0.002894312  
b 1479889.287

Proyeksi Jumlah Komoditas/Barang Tahun 2017 s/d 2040

TAHUN	PDRB	Komoditas				
		Petikemas		Curah Kering	Curah Cair	Curah Cargo
		Box	Teus	Ton	Ton	Ton
2014	Rp 443,198,291.69	4,314,058	3,757,500	9,835,544	2,762,643	7,292,301
2015	Rp 468,049,955.30	4,621,774	4,065,216	10,862,281	2,834,572	7,403,941
2016	Rp 492,901,618.91	4,929,489	4,372,932	11,889,017	2,906,500	7,515,580
2017	Rp 517,753,282.51	5,237,205	4,680,648	12,915,754	2,978,429	7,627,220
2018	Rp 542,604,946.12	5,544,921	4,988,363	13,942,490	3,050,357	7,738,860
2019	Rp 567,456,609.73	5,852,637	5,296,079	14,969,227	3,122,286	7,850,500
2020	Rp 592,308,273.33	6,160,353	5,603,795	15,995,964	3,194,214	7,962,139

2021	Rp 617,159,936.94	6,468,069	5,911,511	17,022,700	3,266,143	8,073,779
2022	Rp 642,011,600.55	6,775,785	6,219,227	18,049,437	3,338,071	8,185,419
2023	Rp 666,863,264.15	7,083,501	6,526,943	19,076,173	3,410,000	8,297,059
2024	Rp 691,714,927.76	7,391,217	6,834,659	20,102,910	3,481,928	8,408,698
2025	Rp 716,566,591.36	7,698,933	7,142,375	21,129,647	3,553,856	8,520,338
2026	Rp 741,418,254.97	8,006,648	7,450,091	22,156,383	3,625,785	8,631,978
2027	Rp 766,269,918.58	8,314,364	7,757,807	23,183,120	3,697,713	8,743,617
2028	Rp 791,121,582.18	8,622,080	8,065,522	24,209,856	3,769,642	8,855,257
2029	Rp 815,973,245.79	8,929,796	8,373,238	25,236,593	3,841,570	8,966,897
2030	Rp 840,824,909.40	9,237,512	8,680,954	26,263,329	3,913,499	9,078,537
2031	Rp 865,676,573.00	9,545,228	8,988,670	27,290,066	3,985,427	9,190,176
2032	Rp 890,528,236.61	9,852,944	9,296,386	28,316,803	4,057,356	9,301,816
2033	Rp 915,379,900.22	10,160,660	9,604,102	29,343,539	4,129,284	9,413,456
2034	Rp 940,231,563.82	10,468,376	9,911,818	30,370,276	4,201,213	9,525,096
2035	Rp 965,083,227.43	10,776,092	10,219,534	31,397,012	4,273,141	9,636,735
2036	Rp 989,934,891.04	11,083,807	10,527,250	32,423,749	4,345,070	9,748,375

2037	Rp 1,014,786,554.64	11,391,523	10,834,966	33,450,486	4,416,998	9,860,015
2038	Rp 1,039,638,218.25	11,699,239	11,142,681	34,477,222	4,488,926	9,971,655
2039	Rp 1,064,489,881.86	12,006,955	11,450,397	35,503,959	4,560,855	10,083,294
2040	Rp 1,089,341,545.46	12,314,671	11,758,113	36,530,695	4,632,783	10,194,934



LAMPIRAN VI

**KAPASITAS EKSISTING**

**PELABUHAN TANJUNG PERAK DAN PELABUHAN TELUK LAMONG**

NO	URAIAN	Jum Berth	BOR	Segmentasi Kegiatan	Jenis Alat										
													Kapasitas Terpasang		
						Unit	Gang	Jam Operasi	1 Th	Sat	MIN	MAX	Sat.	MIN	MAX
1	2	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	PETIKEMAS														
	1 INTERNASIONAL														
	a.	TPS												1,197,504	1,360,800
			4	70%	Petikemas Internasional	CC	8	24	360	BCH	22	25		1,064,448	1,209,600
			1	70%		CC	1	24	360	BCH	22	25		133,056	151,200
	b.	BJTI													
		1) Berlian Timur Sisi Utara	1	70%	Petikemas Internasional	HMC	2	24	360	BCH	18	22		217,728	266,112
	2 DOMESTIK														
	a.	TPS	2	70%	Petikemas Domestik	CC	2	24	360	BCH	18	22		217,728	266,112
	b.	BJTI													
		1) Berlian Timur Sisi	2	70%	Petikemas Domestik	HMC	2	24	360	BCH	18	22		217,728	266,112

II	CURAH KERING 1 INTERNASIONAL	c.	2)	Selatan Berlian Utara	1	70%	Petikemas Domestik	SC	2		24	360	BCH	10	12		120,960	145,152
			3)	Berlian Barat	5	70%	Petikemas Domestik	HMC	6		24	360	BCH	18	22		653,184	798,336
			Nilam															
		d.	1)	Nilam Timur sisi Tengah	2	70%	Petikemas Domestik	CC	3		24	360	BCH	18	22		326,592	399,168
			Mirah															
			1)	Mirah sisi Timur	1	70%	Petikemas Domestik	SC	2		24	360	BCH	10	12		120,960	145,152
	2 DOMESTIK	a.	2)	Mirah sisi Selatan	3	70%	Petikemas Domestik	SC	6		24	360	BCH	10	12		362,880	435,456
			BJTI															
			1)	Berlian Timur Tengah	1	70%	Curah Kering Internasional	HMC	3	3	24	360	TGH	160	180	Ton	2,903,040	3,265,920
			Jamrud								24							
		a.	1)	Jamrud Utara sisi Barat	2	70%	Curah kering internasional	SC	6	3	24	360	TGH	140	160	Ton	5,080,320	5,806,080
			Nilam															



III	CURAH CAIR	1 INTERNASIONAL 2 DOMESTIK	a.	Nilam	1)	Nilam Timur sisi Selatan	2	70%	Curah Kering Pupuk dan Semen (domestik)	SC	4	3	24	360	TGH	80	100	Ton	1,935,360	2,419,200
					2)	Nilam Timur sisi Utara (Bogasari)	1	70%	Curah Kering Bogasari (domestik)	P	1		24	360	T/JA M	50	70	Ton	302,400	423,360
					b. Jamrud															
					1)	Jamrud Selatan sisi Barat	2	70%	Curah kering domestik	SC	4	3	24	360	TGH	50	70	Ton	1,209,600	1,693,440
															T/JA M			Ton	-	-
					1)	Nilam Timur sisi Utara (sebelah petikemas)	2	70%	Curah Cair Non BBM	P	2		24	360	T/JA M	100	120	Ton	1,209,600	1,451,520
					2)	Nilam Utara	2	70%	Curah Cair BBM dan Kimia	P	2		24	360	T/JA M	100	120	Ton	1,209,600	1,451,520

IV	GENERAL CARGO																															
	1 INTERNASIONAL																															
	a.	Jamrud																														
	1)	Jamrud Utara sisi Tengah																	2	70%	General cargo internasional	SC	6	3	24	360	TGH	35	50	Ton	1,270,080	1,814,400
	2)	Jamrud Barat																	1	70%	General cargo internasional	SC	3	3	24	360	TGH	35	50	Ton	635,040	907,200
	2 DOMESTIK																															
	a.	Mirah																														
	1)	Mirah sisi Timur																	3	70%	General Cargo Domestik	SC	6	3	24	360	TGH	30	35	Ton	1,088,640	1,270,080
v	b.	Jamrud																														
	1)	Jamrud Selatan sisi Tengah dan Timur																	3	70%	General cargo domestik	SC	6	3	24	360	TGH	30	35	Ton	1,088,640	1,270,080
	TELUK LAMONG																															
	a.	Derma ga sisi luar Barat																	1	60%	Curah Kering		2		24	360		100	100	Ton	1,036,800	1,036,800
	b.	Derma ga sisi	1	60%	Petikemas Internasiona		2		24	360		25	35			259,200	362,880															

V	c.	luar Timur Derma ga sisi dalam	3	60%	1 Petikemas Domestik	3		24	360		22	25		342,144	388,800
	Jumlah Kapasitas				Petikemas									4,036,608	4,834,080
					Curah Kering									12,467,520	14,644,800
					Curah Cair									2,419,200	3,570,654
					General Cargo									4,082,400	8,385,849

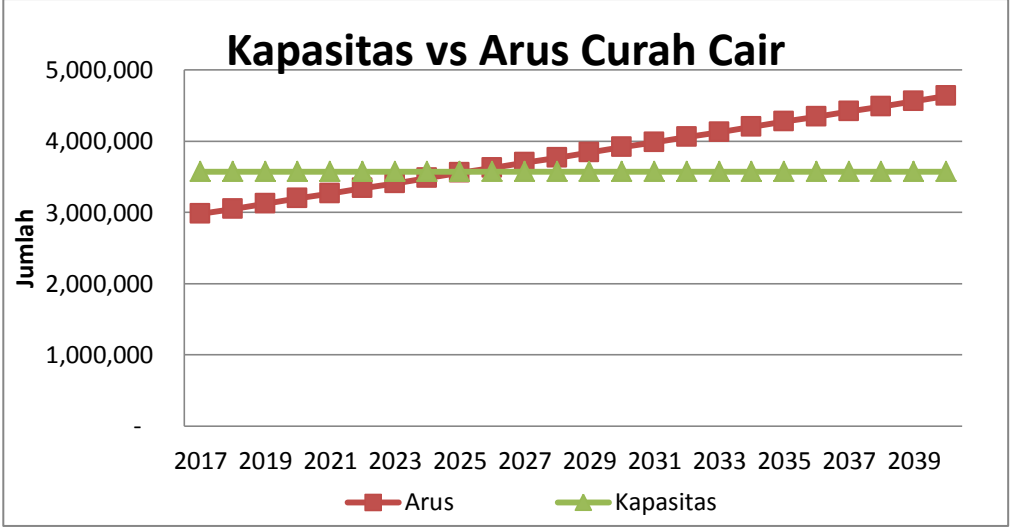
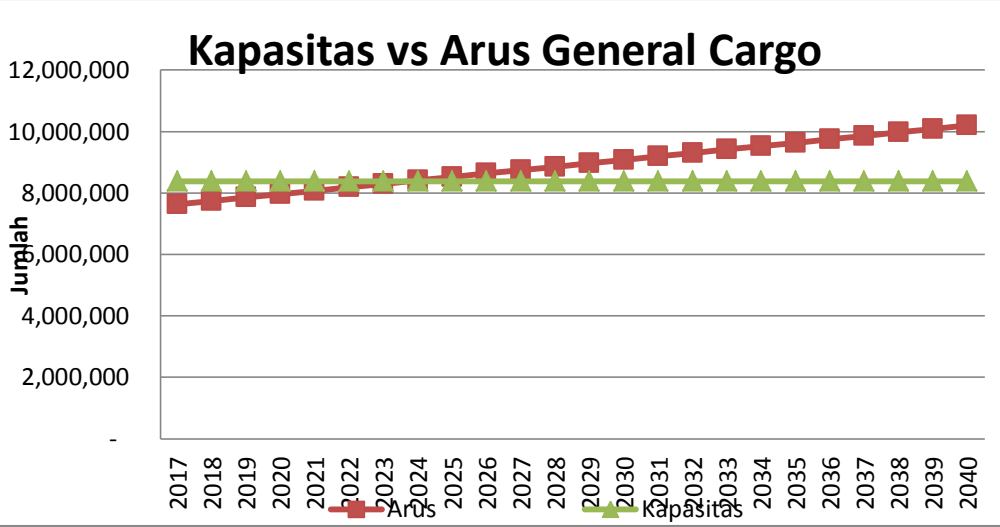
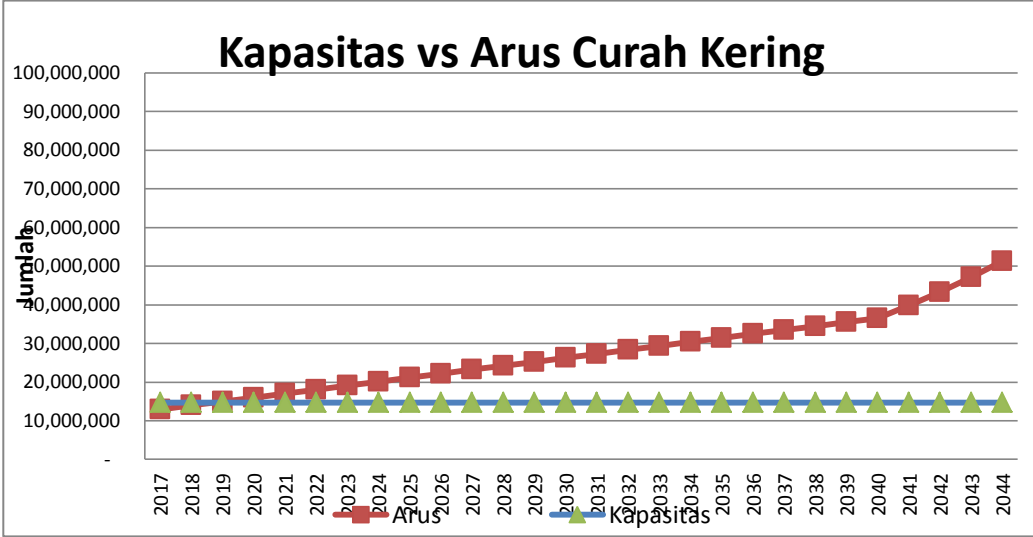
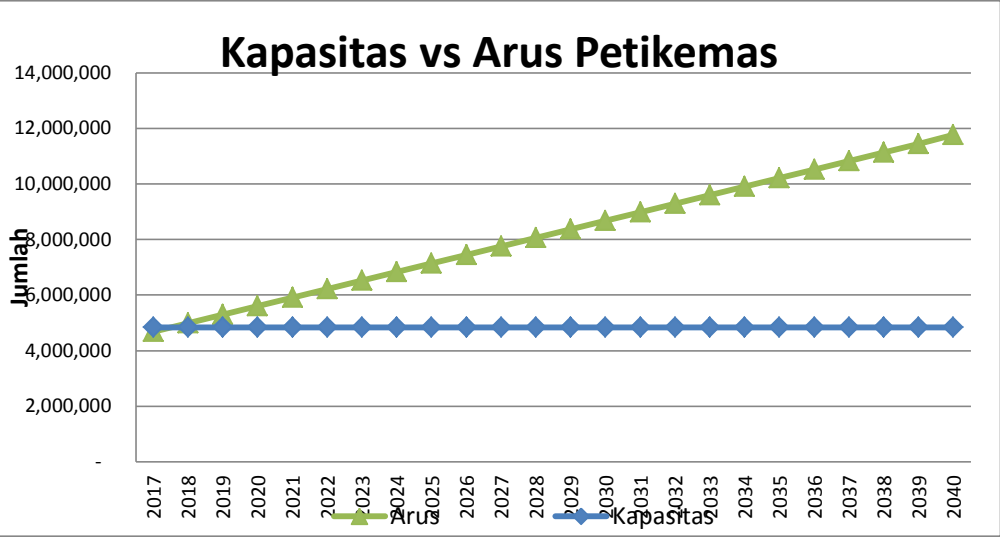
LAMPIRAN VII

Kapasitas (ditambah Teluk Lamong) VS Demand Side dari Proyeksi Arus Barang

Tahun	Petikemas		Curah Kering		Curah Cair		General Cargo		Selisih Kapasitas Terpasang dan Arus			
	Arus	Kapasitas	Arus	Kapasitas	Arus	Kapasitas	Arus	Kapasitas	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
2017	4,680,648	4,834,080	12,915,754	14,644,800	2,978,429	3,570,654	7,627,220	8,385,849	153,432	1,729,046	592,225	758,629
2018	4,988,363	4,834,080	13,942,490	14,644,800	3,050,357	3,570,654	7,738,860	8,385,849	(154,283)	702,310	520,297	646,989
2019	5,296,079	4,834,080	14,969,227	14,644,800	3,122,286	3,570,654	7,850,500	8,385,849	(461,999)	(324,427)	448,369	535,349
2020	5,603,795	4,834,080	15,995,964	14,644,800	3,194,214	3,570,654	7,962,139	8,385,849	(769,715)	(1,351,164)	376,440	423,709
2021	5,911,511	4,834,080	17,022,700	14,644,800	3,266,143	3,570,654	8,073,779	8,385,849	(1,077,431)	(2,377,900)	304,512	312,070
2022	6,219,227	4,834,080	18,049,437	14,644,800	3,338,071	3,570,654	8,185,419	8,385,849	(1,385,147)	(3,404,637)	232,583	200,430
2023	6,526,943	4,834,080	19,076,173	14,644,800	3,410,000	3,570,654	8,297,059	8,385,849	(1,692,863)	(4,431,373)	160,655	88,790
2024	6,834,659	4,834,080	20,102,910	14,644,800	3,481,928	3,570,654	8,408,698	8,385,849	(2,000,579)	(5,458,110)	88,726	(22,850)

2025	7,142,375	4,834,080	21,129,647	14,644,800	3,553,856	3,570,654	8,520,338	8,385,849	(2,308,295)	(6,484,847)	16,798	(134,489)
2026	7,450,091	4,834,080	22,156,383	14,644,800	3,625,785	3,570,654	8,631,978	8,385,849	(2,616,011)	(7,511,583)	(55,131)	(246,129)
2027	7,757,807	4,834,080	23,183,120	14,644,800	3,697,713	3,570,654	8,743,617	8,385,849	(2,923,727)	(8,538,320)	(127,059)	(357,769)
2028	8,065,522	4,834,080	24,209,856	14,644,800	3,769,642	3,570,654	8,855,257	8,385,849	(3,231,442)	(9,565,056)	(198,988)	(469,408)
2029	8,373,238	4,834,080	25,236,593	14,644,800	3,841,570	3,570,654	8,966,897	8,385,849	(3,539,158)	(10,591,793)	(270,916)	(581,048)
2030	8,680,954	4,834,080	26,263,329	14,644,800	3,913,499	3,570,654	9,078,537	8,385,849	(3,846,874)	(11,618,529)	(342,845)	(692,688)
2031	8,988,670	4,834,080	27,290,066	14,644,800	3,985,427	3,570,654	9,190,176	8,385,849	(4,154,590)	(12,645,266)	(414,773)	(804,328)
2032	9,296,386	4,834,080	28,316,803	14,644,800	4,057,356	3,570,654	9,301,816	8,385,849	(4,462,306)	(13,672,003)	(486,701)	(915,967)
2033	9,604,102	4,834,080	29,343,539	14,644,800	4,129,284	3,570,654	9,413,456	8,385,849	(4,770,022)	(14,698,739)	(558,630)	(1,027,607)
2034	9,911,818	4,834,080	30,370,276	14,644,800	4,201,213	3,570,654	9,525,096	8,385,849	(5,077,738)	(15,725,476)	(630,558)	(1,139,247)
2035	10,219,534	4,834,080	31,397,012	14,644,800	4,273,141	3,570,654	9,636,735	8,385,849	(5,385,454)	(16,752,212)	(702,487)	(1,250,887)

2036	10,527,250	4,834,080	32,423,749	14,644,800	4,345,070	3,570,654	9,748,375	8,385,849	(5,693,170)	(17,778,949)	(774,415)	(1,362,526)
2037	10,834,966	4,834,080	33,450,486	14,644,800	4,416,998	3,570,654	9,860,015	8,385,849	(6,000,886)	(18,805,686)	(846,344)	(1,474,166)
2038	11,142,681	4,834,080	34,477,222	14,644,800	4,488,926	3,570,654	9,971,655	8,385,849	(6,308,601)	(19,832,422)	(918,272)	(1,585,806)
2039	11,450,397	4,834,080	35,503,959	14,644,800	4,560,855	3,570,654	10,083,294	8,385,849	(6,616,317)	(20,859,159)	(990,201)	(1,697,446)
2040	11,758,113	4,834,080	36,530,695	14,644,800	4,632,783	3,570,654	10,194,934	8,385,849	(6,924,033)	(21,885,895)	(1,062,129)	(1,809,085)



## LAMPIRAN VIII

### PAIRWISE & INDEKS KAPASITAS

Kriteria	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas	1	2.000	4.000	2.000
Curah Kering	0.50	1	3.000	2.000
Curah Cair	0.3	0.333	1	0.50
General Cargo	0.5	0.5	2.00	1
Total	2.25	3.83	10.000	5.500

Vektor Prioritas : Pembagian matriks dengan Jumlah

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Petikemas	0.44	0.52	0.40	0.36	1.73	0.58	4.07
Curah Kering	0.22	0.26	0.30	0.36	1.15	0.38	4.05
Curah Cair	0.11	0.09	0.10	0.09	0.39	0.13	4.04
General Cargo	0.22	0.13	0.20	0.18	0.73	0.24	4.02
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.33	4.05

CI 0.015

RI 0.9

CR 0.017 Diterima Batas CR



### Bilangan Tringular Fuzzy

	l	m	u
Petikemas	3.50	5.00	6.50
Curah Kering	3.17	4.50	6.50
Curah Cair	2.57	3.17	4.67
General Cargo	2.8	4.00	6.50
Total	12.07	16.67	24.17

### Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Petikemas	0.14	0.30	0.54
Curah Kering	0.13	0.27	0.54
Curah Cair	0.11	0.19	0.39
General Cargo	0.12	0.24	0.54
Total	0.50	1.00	2.00

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas		1.00	1.00	1.00
Curah Kering	0.929		1	1.00
Curah Cair	0.687	0.76		0.84
General Cargo	FALSE	0.93	0.844	

### Nilai Bobot

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total
W	1.000	0.929	0.687	0.844	3.460

### Normalisasi Bobot

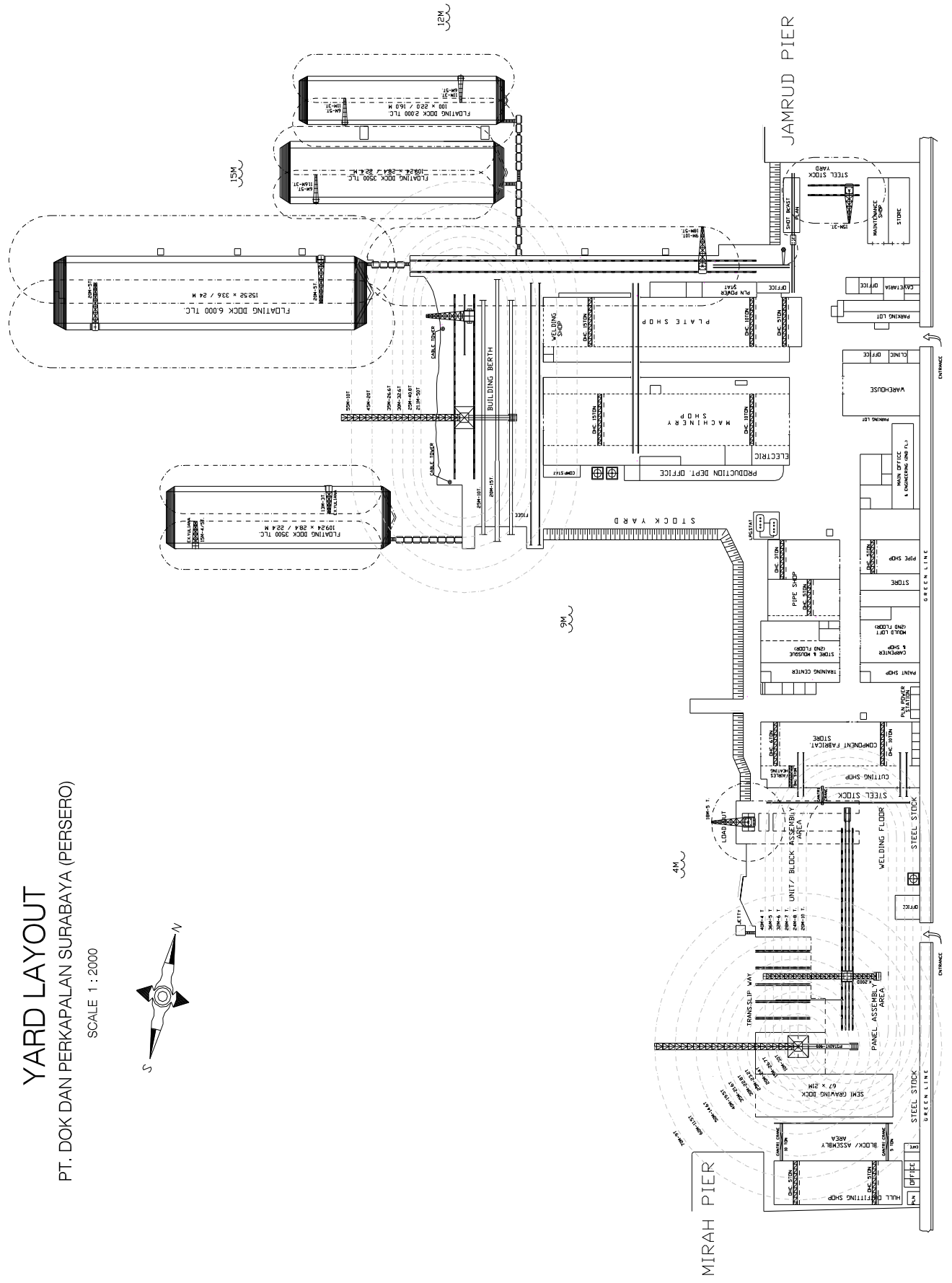
	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total
W	0.289	0.269	0.199	0.244	1.000

Kriteria	Nilai Bobot	Normalisasi Bobot	Rangking
Petikemas	1.000	0.289	1
Curah Kering	0.929	0.269	2
Curah Cair	0.687	0.199	4
General Cargo	0.844	0.244	3
Total	3.460	1.000	

## PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA (PERSERO)

PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA (PERSERO)

SCALE 1 : 2000



## LAMPIRAN IXA

**Anggaran Biaya Investasi Pengembangan Terminal Pelabuhan****A. TERMINAL PETIKEMAS**

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Biaya
1	Persiapan Lahan (Bongkar)	5,763	m2	18,900.00	108,911,250.00
2	Dermaga Tambat	1,640	m2	4,064,628.93	6,665,991,445.20
3	Pembuatan Kolam Labuh	544,016	m3	32,000.00	17,408,512,000.00
4	Lapangan Penumpukan	11,949	m2	1,222,000.00	14,601,678,000.00
	<b>Peralatan</b>				
5	Container Crane	4	buah	17,000,000,000.00	68,000,000,000.00
6	Forklift	5	buah	220,000,000.00	1,100,000,000.00
7	Head Truck	10	buah	150,000,000.00	1,500,000,000.00
8	Gantry	4	buah	17,000,000,000.00	68,000,000,000.00
	Jumlah				177,385,092,695.20
	PPn 10%				17,738,509,269.52
	Total Biaya Investasi				195,123,601,964.72

## Anggaran Biaya Operasional Pengembangan Terminal Pelabuhan

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Biaya
1	Biaya Pegawai	1	Rp	60,000,000.00	60,000,000.00
		5	Rp	45,000,000.00	225,000,000.00
		12	Rp	30,000,000.00	360,000,000.00
		24	Rp	20,000,000.00	480,000,000.00
		50	Rp	15,000,000.00	750,000,000.00
		60	Rp	7,000,000.00	420,000,000.00
2	Biaya Perlengkapan			2,926,854,029.47	2,926,854,029.47
3	Biaya Pemeliharaan			3,902,472,039.29	3,902,472,039.29
4	Biaya Penyusutan			18,536,742,186.65	18,536,742,186.65
5	Biaya Asuransi			4,878,090,049.12	4,878,090,049.12
6	Biaya Administrasi			1,951,236,019.65	3,902,472,039.29
7	Biaya Umum			975,618,009.82	975,618,009.82
	<b>Total Biaya</b>				<b>37,417,248,353.65</b>

LAMPIRAN IXB

**B. TERMINAL CURAH KERING**

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Biaya
1	Persiapan Lahan (Bongkar)	5,763	m2	18,900.00	108,911,250.00
1	Dermaga Tambat	1,640	m2	4,064,628.93	6,665,991,445.20
2	Pembuatan Kolam Labuh	544,016	m3	32.000.00	17,408,512,000.00
3	Gudang Tertutup	5,250	m2	1,222,000.00	6,415,500,000.00
	<b>Peralatan</b>				
4	Shore Crane	3	buah	16,000,000.000.00	48,000,000,000.00
5	Pump	4	buah	17,000,000.000.00	68,000,000,000.00
6	Truck	10	buah	150,000,000.00	1,500,000,000.00
7	Forklift	5	buah	220,000,000.00	1,100,000,000.00
	Jumlah				149,198,914,695.20
	PPn 10%				14,919,891,469.52
	Total Biaya Investasi				164,118,806,164.72

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Biaya
1	Biaya Pegawai	1	Rp	60,000,000.00	60,000,000.00
		5	Rp	45,000,000.00	225,000,000.00
		12	Rp	30,000,000.00	360,000,000.00
		24	Rp	20,000,000.00	480,000,000.00
		50	Rp	15,000,000.00	750,000,000.00
		60	Rp	7,000,000.00	420,000,000.00
2	Biaya Perlengkapan			4,102,970,154.12	4,102,970,154.12
3	Biaya Pemeliharaan			16,411,880,616.47	16,411,880,616.47
4	Biaya Penyusutan			15,591,286,585.65	15,591,286,585.65
5	Biaya Asuransi			4,102,970,154.12	4,102,970,154.12
6	Biaya Administrasi			8,205,940,308.24	8,205,940,308.24
7	Biaya Umum			4,102,970,154.12	4,102,970,154.12
	<b>Total Biaya</b>				<b>54,813,017,972.71</b>

LAMPIRAN IXC

**C. TERMINAL CURAH CAIR**

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Biaya
1	Persiapan Lahan (Bongkar)	5,763	m2	18,900.00	108,911,250.00
1	Dermaga Tambat	1,640	m2	4,064,628.93	6,665,991,445.20
2	Pembuatan Kolam Labuh	544,016	m3	32,000.00	17,408,512,000.00
3	Gudang Tertutup	5,250	m2	1,222,000.00	6,415,500,000.00
<b>Peralatan</b>					
4	Pump	4	buah	16,000,000,000.00	64,000,000,000.00
5	Forklift	3	buah	220,000,000.00	660,000,000.00
6	Truck	10	buah	150,000,000.00	1,500,000,000.00
	Jumlah				96,758,914,695.20
	PPn 10%				9,675,891,469.52
	<b>Total Biaya Investasi</b>				<b>106,434,806,164.72</b>

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Biaya
1	Biaya Pegawai	1	Rp	60,000,000.00	60,000,000.00
		5	Rp	45,000,000.00	225,000,000.00
		12	Rp	30,000,000.00	360,000,000.00
		24	Rp	20,000,000.00	480,000,000.00
		50	Rp	15,000,000.00	750,000,000.00
		60	Rp	7,000,000.00	420,000,000.00
2	Biaya Perlengkapan			2,660,870,154.12	2,660,870,154.12
3	Biaya Pemeliharaan			10,643,480,616.47	10,643,480,616.47
4	Biaya Penyusutan			10,111,306,585.65	10,111,306,585.65
5	Biaya Asuransi			2,660,870,154.12	2,660,870,154.12
6	Biaya Administrasi			5,321,740,308.24	5,321,740,308.24
7	Biaya Umum			2,660,870,154.12	2,660,870,154.12
	<b>Total Biaya</b>				<b>36,354,137,972.71</b>

LAMPIRAN IXD

**D. TERMINAL GENERAL CARGO**

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Biaya
1	Persiapan Lahan (Bongkar)	5,763	m2	18,900.00	108,911,250.00
1	Dermaga Tambat	1,640	m2	4,064,628.93	6,665,991,445.20
2	Pembuatan Kolam Labuh	544,016	m3	32,000.00	17,408,512,000.00
3	Gudang Tertutup	5,250	m2	1,222,000.00	6,415,500,000.00
<b>Peralatan</b>					
4	Shore Crane	4	buah	16,000,000,000.00	64,000,000,000.00
5	Forklift	5	buah	220,000,000.00	1,100,000,000.00
6	Truck	10	buah	150,000,000.00	1,500,000,000.00
	Jumlah				97,198,914,695.20
	PPn 10%				9,719,891,469.52
	Total Biaya Investasi				106,918,806,164.72

No.	Rincian	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Biaya
1	Biaya Pegawai	1	Rp	60,000,000.00	60,000,000.00
		5	Rp	45,000,000.00	225,000,000.00
		12	Rp	30,000,000.00	360,000,000.00
		24	Rp	20,000,000.00	480,000,000.00
		50	Rp	15,000,000.00	750,000,000.00
		60	Rp	7,000,000.00	420,000,000.00
2	Biaya Perlengkapan			2,672,970,154.12	2,672,970,154.12
3	Biaya Pemeliharaan			10,691,880,616.47	10,691,880,616.47
4	Biaya Penyusutan			10,157,286,585.65	10,157,286,585.65
5	Biaya Asuransi			2,672,970,154.12	2,672,970,154.12
6	Biaya Administrasi			5,345,940,308.24	5,345,940,308.24
7	Biaya Umum			2,672,970,154.12	2,672,970,154.12
	<b>Total Biaya</b>				<b>36,509,017,972.71</b>

## LAMPIRAN X

**TARIF DASAR PELAYANAN JASA BONGKAR MUAT BARANG NON PETIKEMAS (Sumber: BJTIport.co.id)**

NO.	Golongan	Satuan	Stevedoring	Cargodoring	R/D	T/L Fiost
1	General Cargo	T/M3	Rp 41,287.00	Rp 41,858.00	Rp 26,776.00	-
2	Bag Cargo	T/M3	Rp 36,269.00	Rp 35,591.00	Rp 27,862.00	-
3	Komoditi Ringan	T/M3	Rp 27,908.00	Rp 30,046.00	Rp 22,126.00	-
4	Barang cair (in drum)	T/M3	Rp 28,575.00	Rp 28,971.00	Rp 18,532.00	-
5	Cair melalui pipa	T/M3	-	-	-	Rp 15,916.00
6	Kayu bulat	T/M3	Rp 12,098.00	Rp 11,132.00	Rp 7,436.00	-
7	Rotan/Bambu	T/M3	Rp 41,937.00	Rp 42,519.00	Rp 27,199.00	-
8	Raw Material	T/M3	Rp 20,267.00	Rp 17,302.00	Rp 14,079.00	-
9	Curah Kering	T/M3	Rp 14,538.00	Rp 13,053.00	Rp 10,377.00	-
10	Hewan	Ekor	-	-	-	-

Harga Crane (harbour Crane )	Rp	769,000,000,000.00	Rp	251,000,000,000.00
	Rp	17,088,888,888.89	Rp	16,733,333,333.33
Kapal GC	6000	DWT	Permukaan Tanah	57,000 m2
L	102.7	m	Permukaan Air	70,000 m2
B	15	m	Panjang dermaga	1200 m2
T	6.1	m	Lahan Tertutup	11,525 m2
			Lahan Tidak Tertutup	11,949 m2
Kapal PK	6000	240 DWT/TEUS	Gudang Tertutup	5,250 m2
L	105.9	m	Gudang Tidak Tertutup	2,750 m2
B	17	m		
T	5.8	m	Biaya pengerukan Kolam Pelabuhan	
			Kedalaman Eksisting	8.0 LWS
Kapal Bulk	6000	DWT	Kedalaman yang dibutuhkan	12.0 LWS
L	110	m	Luas permukaan laut	70,000 m2
B	17	m	Biaya pengerukan	32,000 Rp/m3
T	5.1	m	Kedalaman pengerukan	4.0 m
			Biaya Pengerukan Total	8,960,000,000 Rp
Bulk	1.7 1 GT = ? DWT		Area Sandar kapal	KM 52 tahun 2004
GC	1.44 1 GT = ? DWT			
PK	1 1 GT = ? DWT			
			A =	Luas perairan untuk temp
			L =	Panjang kapal
				32,670 m2



$$L_s = \frac{C_j \times t_g \times F}{r \times 365 \times m_i}$$

Ls	luas lahan
Cj	Jumlah petikemas per tahun
tg	waktu pemakaian storage rata2 (hari)
F	Luas per Teus (rata2 15 m2)
r	rasio tinggi penumpukan rata2/maksimum (0,6 - 0,8)
mi	rasio tempat penumpukan rata2/kapasitas storage

$$L_{wh} = \frac{60\% * 60\% * 60\% * C_f}{St}$$

Lwh	Luas warehouse (gudang)
Cf	cargo flow (ton/tahun)
St	Shed Troughput (ton/m2/tahun)

St	Jenis Komoditas
GC	33.079
CC	24.034
CK	49.204

	PK	CK	CC	GC
Cf (ton/year)	#####	27,353,695	350,824	1,155,474
Ls/Lwh (m2)	#####	120,079.65	3,152.94	7,545.13

Panjang Dermaga	410 m
Lp =	Panjang Dermaga
Loa =	Panjang kapal
n =	jumlah kapal
15 & 50 =	ketetapan

$$L_p = n \text{ Loa} + (n - 1) 15 + 50$$

Area Kolam Putar KM 52 tahun 2004

$$A = \frac{1}{4} * N * \pi * D^2$$

A =	Luas Kolam Putar	37,994 m2
N =	Jumlah Kolam Putar	
D =	Diamater area kolam putar dengan tunda = 2L	
L =	Panjang kapal maksimum	

Luas Kolam Labuh = A Kolam putar + A san 136,004 m2

Biaya pembuatan kolam labuh

Luas kolam	136,004 m2
Kedalaman yang di	4.00 m
Biaya Pengerukan	32,000 Rp/m3
Total biaya pengeru	17,408,512,000 Rp

Biaya dermaga tambat kapal

Panjang dermaga	1,200 m
Harga satuan	4,064,629 Rp/m2
Kebutuhan Kedalar	4.0 m
Total Biaya dermag	6,665,991,445 Rp

Biaya Bongkar/perataan Lahan	9,450.00 Rp
	18,400.00 Rp

Pembuatan Pagar Terminal Pelabuhan

Luar permukaan darat	57,000 m2
Kebutuhan panjang pagar	34,200
Tinggi	1
Harga satuan	905,000 Rp
Total Biaya	30,951,000,000 Rp





LAMPIRAN XI TOTAL PROFITABILITAS

Jenis Terminal Pelabuhan	Biaya Investasi (Milion Rp)	Biaya Operasional (Milion Rp)	Pendapatan (Milion Rp)	Net Present Value (Milion Rp)	Ranking
Petikemas	195.12	37.42	53,634.33	29,262.07	2
Curah Kering	164.12	54.81	189,129.15	109,114.05	1
Curah Cair	54.81	36.35	60.29	(491.66)	4
General Cargo	106.43	36.51	577.34	(193.97)	3

## LAMPIRAN XII A

## ANALISA PENDAPATAN TERMINAL PETIKEMAS

**Tabel 7.1 Tarif Pelabuhan Patimban Tahun 2019-2024**

	Tariff Items	2019-2021		2022-2024	
		US\$	IDR '000	US\$	IDR '000
<b>A</b>	<b>CONTAINER HANDLING CHARGES</b>				
	FCL	\$83.00	Rp 1,130	\$ 95.45	Rp 1,390
	LCL	\$157.00	Rp 2,140	\$ 180.55	Rp 2,630
	Transshipment	\$75.00	Rp 1,020	\$ 86.25	Rp 1,250
	Shifting Peti Kemas	\$34.00	Rp 460	\$ 39.10	Rp 529
	Lift On/Lift Off	\$68.00	Rp 930	\$ 78.20	Rp 1,070
<b>B</b>	<b>NONCONTAINER HANDLING CHARGE</b>				
	Jasa Layanan CBU	\$ 246.00	Rp 3,358,638	\$ 283.00	Rp 3,862,434
	Jasa Labuh & Tambat	\$ 114.00	Rp 1,550	\$ 131.00	Rp 1,783
	Nilai 1 US Dollar		Rp 13,653		Rp 14,540

TAHUN	ARUS PETIKEMAS		
2018	154,283	Rp	1,390,000.00
2019	461,999	Rp	2,630,000.00
2020	769,715	Rp	1,250,000.00
2021	1,077,431	Rp	529,000.00
2022	1,385,147	Rp	1,070,000.00
2023	1,692,863		
2024	2,000,579	Rp	3,826,434.00
2025	2,308,295	Rp	1,783,000.00
2026	2,616,011		
2027	2,923,727		

	FCL	LCL	Shifting	Lift On/Lift Off	Total	
	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	
2018	128,672,434,903.67	162,306,236,832.93	81,615,968,901.73	165,083,339,744.52	537,677,980,382.85	701.29
2019	385,307,493,473.78	486,023,361,072.44	244,397,678,714.18	494,339,350,140.22	1,610,067,883,400.61	2,100.00
2020	641,942,552,043.88	809,740,485,311.95	407,179,388,526.64	823,595,360,535.92	2,682,457,786,418.38	3,498.71
2021	898,577,610,614.06	1,133,457,609,551.55	569,961,098,339.14	1,152,851,370,931.71	3,754,847,689,436.47	4,897.41
2022	1,155,212,669,184.17	1,457,174,733,791.06	732,742,808,151.59	1,482,107,381,327.41	4,827,237,592,454.22	6,296.12
2023	1,411,847,727,754.27	1,780,891,858,030.57	895,524,517,964.04	1,811,363,391,723.11	5,899,627,495,471.99	7,694.83
2024	1,668,482,786,324.38	2,104,608,982,270.08	1,058,306,227,776.49	2,140,619,402,118.80	6,972,017,398,489.75	9,093.54
2025	1,925,117,844,894.56	2,428,326,106,509.68	1,221,087,937,588.99	2,469,875,412,514.60	8,044,407,301,507.84	10,492.25
2026	2,181,752,903,464.66	2,752,043,230,749.19	1,383,869,647,401.45	2,799,131,422,910.30	9,116,797,204,525.60	11,890.96
2027	2,438,387,962,034.77	3,075,760,354,988.70	1,546,651,357,213.90	3,128,387,433,305.99	10,189,187,107,543.40	13,289.67
					53,634,325,439,631.10	

FCL (Milion Rp)	LCL (Milion Rp)	Shifting (Milion Rp)	Lift On/Lift Off (Milion Rp)	Total (Milion Rp)
128.67	162.31	81.62	165.08	537.68
385.31	486.02	244.40	494.34	1,610.07
641.94	809.74	407.18	823.60	2,682.46
898.58	1,133.46	569.96	1,152.85	3,754.85
1,155.21	1,457.17	732.74	1,482.11	4,827.24
1,411.85	1,780.89	895.52	1,811.36	5,899.63
1,668.48	2,104.61	1,058.31	2,140.62	6,972.02
1,925.12	2,428.33	1,221.09	2,469.88	8,044.41
2,181.75	2,752.04	1,383.87	2,799.13	9,116.80
2,438.39	3,075.76	1,546.65	3,128.39	10,189.19

Investasi Dermaga	Rp	195,123,601,964.72	/tahun					
Tenor		10						
Grace Period		0						
Suku bunga		8.00%						
Pertambahan pengeluaran		5.00%						
Pertambahan penerimaan		10.00%						
Tahun		0	1	2	3	4	5	
Faktor Anuitas			0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	
Periode mengangsur		Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	
Angsuran		Rp (62,779,748,380.70)	Rp (62,779,748,380.70)	Rp (62,779,748,380.70)	Rp (62,779,748,380.70)	Rp (62,779,748,380.70)	Rp (62,779,748,380.70)	
Pengeluaran		Rp (37,417,248,353.65)	Rp (39,288,110,771.33)	Rp (41,252,516,309.90)	Rp (43,315,142,125.39)	Rp (45,480,899,231.66)	Rp (47,693,720,347.05)	
Penerimaan		Rp 537,677,980,382.85	Rp 1,610,067,883,400.61	Rp 823,595,360,535.92	Rp 3,754,847,689,436.47	Rp 4,827,237,592,454.22	Rp 5,909,728,703,571.77	
Net Cash		0	Rp 437,480,983,648.51	Rp 1,508,000,024,248.59	Rp 719,563,095,845.32	Rp 3,648,752,798,930.37	Rp 4,718,976,944,841.86	
	a0	a1	a2	a3	a4	a5		
Present Value Factor, PVF	1.000	0.926	0.857	0.794	0.735	0.681		
PVF*Net Cash	0	Rp 405,074,984,859.73	Rp 1,292,866,961,804.34	Rp 571,212,384,930.30	Rp 2,681,942,232,688.44	Rp 3,211,656,415,849.05		
Net Present Value, NPV1	Rp	29,262,066,587,545.30						
Net Present Value, NPV2	Rp	29,262,066,587,545.30						

6	7	8	9	10
0.149	0.149	0.149	0.149	0.149
Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar
Rp (62,779,748,380.70)	Rp (62,779,748,380.70)	Rp (62,779,748,380.70)	Rp (62,779,748,380.70)	Rp (62,779,748,380.70)
Rp (47,754,944,193.25)	Rp (50,142,691,402.91)	Rp (52,649,825,973.05)	Rp (55,282,317,271.71)	Rp (58,046,433,135.29)
Rp 5,899,627,495,471.99	Rp 6,972,017,398,489.75	Rp 8,044,407,301,507.84	Rp 9,116,797,204,525.60	Rp 10,189,187,107,543.40
Rp 5,789,092,802,898.04	Rp 6,859,094,958,706.14	Rp 7,928,977,727,154.08	Rp 8,998,735,138,873.20	Rp 10,068,360,926,027.40
a6	a7	a8	a9	a10
0.630	0.583	0.540	0.500	0.463
Rp 3,648,110,451,593.93	Rp 4,002,216,028,595.96	Rp 4,283,779,951,890.55	Rp 4,501,607,958,710.88	Rp 4,663,599,216,622.16



LAMPIRAN XII B

ANALISA PENDAPATAN TERMINAL CURAH KERING

Tabel 7.1 Tarif Pelabuhan Patimban Tahun 2019-2024					
	Tariff Items	2019-2021		2022-2024	
		US\$	IDR '000	US\$	IDR '000
A	CONTAINER HANDLING CHARGES				
	FCL	\$83.00	Rp 1,130	\$ 95.45	Rp 1,390
	LCL	\$157.00	Rp 2,140	\$ 180.55	Rp 2,630
	Transshipment	\$75.00	Rp 1,020	\$ 86.25	Rp 1,250
	Shifting Peti Kemas	\$34.00	Rp 460	\$ 39.10	Rp 529
	Lift On/Lift Off	\$68.00	Rp 930	\$ 78.20	Rp 1,070
B	NONCONTAINER HANDLING CHARGE				
	Jasa Layanan CBU	\$ 246.00	Rp 3,358,638	\$ 283.00	Rp 3,862,434
	Jasa Labuh & Tambat	\$ 114.00	Rp 1,550	\$ 131.00	Rp 1,783
	Nilai 1 US Dollar		Rp 13,653		Rp 14,540

2019	324,427	1,390,000.00
2020	1,351,164	2,630,000.00
2021	2,377,900	1,250,000.00
2022	3,404,637	529,000.00
2023	4,431,373	1,070,000.00
2024	5,458,110	
2025	6,484,847	3,826,434.00
2026	7,511,583	1,783,000.00
2027	8,538,320	
2028	9,565,056	

	Stevedoring	Cargodoring	R/D	Total	
2019	Rp 4,716,519,521.24	Rp 4,234,745,447.15	Rp 3,366,578,832.84	Rp 12,317,843,801.24	31.81
2020	Rp 5,170,138,243,278.10	Rp 17,636,738,145.62	Rp 14,021,024,418.69	Rp 5,201,796,005,842.42	132.47
2021	Rp 9,098,878,037,133.26	Rp 31,038,730,844.10	Rp 24,675,470,004.53	Rp 9,154,592,237,981.90	233.13
2022	Rp 13,027,617,830,987.20	Rp 44,440,723,542.57	Rp 35,329,915,590.38	Rp 13,107,388,470,120.20	333.79
2023	Rp 16,956,357,624,841.20	Rp 57,842,716,241.04	Rp 45,984,361,176.22	Rp 17,060,184,702,258.40	434.45
2024	Rp 20,885,097,418,695.10	Rp 71,244,708,939.51	Rp 56,638,806,762.07	Rp 21,012,980,934,396.70	535.11
2025	Rp 24,813,837,212,550.30	Rp 84,646,701,637.98	Rp 67,293,252,347.91	Rp 24,965,777,166,536.20	635.77
2026	Rp 28,742,577,006,404.30	Rp 98,048,694,336.45	Rp 77,947,697,933.76	Rp 28,918,573,398,674.50	736.43
2027	Rp 32,671,316,800,258.20	Rp 111,450,687,034.92	Rp 88,602,143,519.60	Rp 32,871,369,630,812.70	837.09
2028	Rp 36,600,056,594,113.40	Rp 124,852,679,733.39	Rp 99,256,589,105.45	Rp 36,824,165,862,952.20	937.75
				189,129,146,253,376.00	

Stevedoring (Milion Rp)	Cargodoring (Milion Rp)	Receiving/Delivery (Milion Rp)	Total (Milion Rp)
4.72	4.23	3.37	12.32
5,170.14	17.64	14.02	5,201.80
9,098.88	31.04	24.68	9,154.59
13,027.62	44.44	35.33	13,107.39
16,956.36	57.84	45.98	17,060.18
20,885.10	71.24	56.64	21,012.98
24,813.84	84.65	67.29	24,965.78
28,742.58	98.05	77.95	28,918.57
32,671.32	111.45	88.60	32,871.37
36,600.06	124.85	99.26	36,824.17

Investasi Dermaga	Rp	164,118,806,164.72				
Tenor		10				
Grace Period		0				
Suku bunga		8.00%	/tahun			
Pertambahan pengeluaran		5.00%				
Pertambahan penerimaan		10.00%				
Tahun		0	1	2	3	4
Faktor Anuitas			0.149	0.149	0.149	0.149
Periode mengangsur		Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar
Angsuran		Rp (52,804,157,220.43)	Rp (52,804,157,220.43)	Rp (52,804,157,220.43)	Rp (52,804,157,220.43)	Rp (52,804,157,220.43)
Pengeluaran		Rp (54,813,017,972.71)	Rp (57,553,668,871.35)	Rp (60,431,352,314.91)	Rp (63,452,919,930.66)	Rp (66,475,831,858.41)
Penerimaan		Rp 12,317,843,801.24	Rp 5,201,796,005,842.42	Rp 9,154,592,237,981.90	Rp 13,107,388,470,120.20	Rp 17,060,283,701,269.50
Net Cash		0	Rp (95,299,331,391.90)	Rp 5,091,438,179,750.64	Rp 9,041,356,728,446.55	Rp 12,991,131,392,969.10
	a0	a1	a2	a3	a4	a5
Present Value Factor, PVF	1.000	0.926	0.857	0.794	0.735	0.680
PVF*Net Cash	0	Rp (88,240,121,659.17)	Rp 4,365,087,602,666.87	Rp 7,177,320,473,605.52	Rp 9,548,869,395,433.45	Rp 12,991,131,392,969.10
Net Present Value, NPV1	Rp	109,114,050,391,237.00				
Net Present Value, NPV2	Rp	109,114,050,391,237.00				

5	6	7	8	9	10
0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	0.149
Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar
Rp (52,804,157,220.43)	Rp (52,804,157,220.43)	Rp (52,804,157,220.43)	Rp (52,804,157,220.43)	Rp (52,804,157,220.43)	Rp (52,804,157,220.43)
Rp (66,625,565,927.19)	Rp (69,956,844,223.55)	Rp (73,454,686,434.73)	Rp (77,127,420,756.47)	Rp (80,983,791,794.29)	Rp (85,032,981,384.00)
Rp 17,060,184,702,258.40	Rp 21,012,980,934,396.70	Rp 24,965,777,166,536.20	Rp 28,918,573,398,674.50	Rp 32,871,369,630,812.70	Rp 36,824,165,862,952.20
Rp 16,940,754,979,110.80	Rp 20,890,219,932,952.70	Rp 24,839,518,322,881.00	Rp 28,788,641,820,697.60	Rp 32,737,581,681,798.00	Rp 36,686,328,724,347.80
a5	a6	a7	a8	a9	a10
0.681	0.630	0.583	0.540	0.500	0.463
Rp 11,529,593,183,848.70	Rp 13,164,382,100,654.80	Rp 14,493,620,364,338.90	Rp 15,553,607,402,795.20	Rp 16,376,941,422,701.20	Rp 16,992,868,566,852.00

LAMPIRAN XII C

ANALISA PENDAPATAN TERMINAL CURAH CAIR

Tabel 7.1 Tarif Pelabuhan Patimban Tahun 2019-2024					
	Tariff Items	2019-2021		2022-2024	
		US\$	IDR '000	US\$	IDR '000
A	CONTAINER HANDLING CHARGES				
	FCL	\$83.00	Rp 1,130	\$ 95.45	Rp 1,390
	LCL	\$157.00	Rp 2,140	\$ 180.55	Rp 2,630
	Transshipment	\$75.00	Rp 1,020	\$ 86.25	Rp 1,250
	Shifting Peti Kemas	\$34.00	Rp 460	\$ 39.10	Rp 529
	Lift On/Lift Off	\$68.00	Rp 930	\$ 78.20	Rp 1,070
B	NONCONTAINER HANDLING CHARGE				
	Jasa Layanan CBU	\$ 246.00	Rp 3,358,638	\$ 283.00	Rp 3,862,434
	Jasa Labuh & Tambat	\$ 114.00	Rp 1,550	\$ 131.00	Rp 1,783
	Nilai 1 US Dollar		Rp 13,653		Rp 14,540

2026	55,131	1,390,000.00
2027	127,059	2,630,000.00
2028	198,988	1,250,000.00
2029	270,916	529,000.00
2030	342,845	1,070,000.00
2031	414,773	
2032	486,701	3,826,434.00
2033	558,630	1,783,000.00
2034	630,558	
2035	702,487	

	T/L Fiost		Total	
	Rp		Rp	
2026	Rp	877,460,119.49	0.88	9.19
2027	Rp	2,022,273,546.74	2.02	21.18
2028	Rp	3,167,086,974.00	3.17	33.16
2029	Rp	4,311,900,401.25	4.31	45.15
2030	Rp	5,456,713,828.50	5.46	57.14
2031	Rp	6,601,527,255.76	6.60	69.13
2032	Rp	7,746,340,683.01	7.75	81.12
2033	Rp	8,891,154,110.27	8.89	93.10
2034	Rp	10,035,967,537.52	10.04	105.09
2035	Rp	11,180,780,964.78	11.18	117.08
		60,291,205,421.32		



Investasi Dermaga	Rp 106,434,806,164.72				
Tenor	10				
Grace Period	0				
Suku bunga	8.00%	/tahun			
Pertambahan pengeluaran	5.00%				
Pertambahan penerimaan	10.00%				
Tahun	0	1	2	3	4
Faktor Anuitas		0.149	0.149	0.149	0.149
Periode mengangsur		Bayar	Bayar	Bayar	Bayar
Angsuran		Rp (34,244,705,831.01)	Rp (34,244,705,831.01)	Rp (34,244,705,831.01)	Rp (34,244,705,831.01)
Pengeluaran		Rp (36,354,137,972.71)	Rp (38,171,844,871.35)	Rp (40,080,437,114.91)	Rp (42,084,458,970.66)
Penerimaan		Rp 877,460,119.49	Rp 2,022,273,546.74	Rp 3,167,086,974.00	Rp 4,311,900,401.25
Net Cash	0	Rp (69,721,383,684.24)	Rp (70,394,277,155.62)	Rp (71,158,055,971.93)	Rp (72,017,264,400.42)
	a0	a1	a2	a3	a4
Present Value Factor, PVF	1.000	0.926	0.857	0.794	0.735
PVF*Net Cash	0	Rp (64,556,836,744.66)	Rp (60,351,746,532.59)	Rp (56,487,559,038.84)	Rp (52,934,839,251.04)
Net Present Value, NPV1	Rp (491,664,355,809.12)				
Net Present Value, NPV2	Rp (491,664,355,809.12)				

5	6	7	8	9	10
0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	0.149
Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar
Rp (34,244,705,831.01)	Rp (34,244,705,831.01)	Rp (34,244,705,831.01)	Rp (34,244,705,831.01)	Rp (34,244,705,831.01)	Rp (34,244,705,831.01)
Rp (44,188,681,919.19)	Rp (46,398,116,015.15)	Rp (48,718,021,815.91)	Rp (51,153,922,906.70)	Rp (53,711,619,052.04)	Rp (56,397,200,004.64)
Rp 5,456,713,828.50	Rp 6,601,527,255.76	Rp 7,746,340,683.01	Rp 8,891,154,110.27	Rp 10,035,967,537.52	Rp 11,180,780,964.78
Rp (72,976,673,921.70)	Rp (74,041,294,590.40)	Rp (75,216,386,963.91)	Rp (76,507,474,627.45)	Rp (77,920,357,345.53)	Rp (79,461,124,870.87)
a5	a6	a7	a8	a9	a10
0.681	0.630	0.583	0.540	0.500	0.463
Rp (49,666,698,046.52)	Rp (46,658,574,985.98)	Rp (43,888,039,359.76)	Rp (41,334,607,973.03)	Rp (38,979,578,280.61)	Rp (36,805,875,596.07)



LAMPIRAN XII D

ANALISA PENDAPATAN TERMINAL GENERAL CARGO

Tabel 7.1 Tarif Pelabuhan Patimban Tahun 2019-2024					
	Tariff Items	2019-2021		2022-2024	
		US\$	IDR '000	US\$	IDR '000
A	CONTAINER HANDLING CHARGES				
	FCL	\$83.00	Rp 1,130	\$ 95.45	Rp 1,390
	LCL	\$157.00	Rp 2,140	\$ 180.55	Rp 2,630
	Transshipment	\$75.00	Rp 1,020	\$ 86.25	Rp 1,250
	Shifting Peti Kemas	\$34.00	Rp 460	\$ 39.10	Rp 529
	Lift On/Lift Off	\$68.00	Rp 930	\$ 78.20	Rp 1,070
B	NONCONTAINER HANDLING CHARGE				
	Jasa Layanan CBU	\$ 246.00	Rp 3,358,638	\$ 283.00	Rp 3,862,434
	Jasa Labuh & Tambat	\$ 114.00	Rp 1,550	\$ 131.00	Rp 1,783
	Nilai 1 US Dollar		Rp 13,653		Rp 14,540

2024	22,850
2025	134,489
2026	246,129
2027	357,769
2028	469,408
2029	581,048
2030	692,688
2031	804,328
2032	915,967
2033	1,027,607

1,390,000.00

2,630,000.00

1,250,000.00

529,000.00

1,070,000.00

3,826,434.00

1,783,000.00

	Stevedoring	Cargodoring	R/D	Total	
	Rp	Rp	Rp	Rp	
2024	Rp 943,387,947.29	Rp 956,435,020.65	Rp 611,818,627.57	Rp 2,511,641,595.51	2.64
2025	Rp 5,552,657,701.39	Rp 5,629,451,063.64	Rp 3,601,084,181.76	Rp 14,783,192,946.79	15.57
2026	Rp 10,161,927,455.49	Rp 10,302,467,106.64	Rp 6,590,349,735.95	Rp 27,054,744,298.07	28.49
2027	Rp 14,771,197,209.58	Rp 14,975,483,149.63	Rp 9,579,615,290.14	Rp 39,326,295,649.35	41.41
2028	Rp 19,380,466,963.69	Rp 19,648,499,192.63	Rp 12,568,880,844.32	Rp 51,597,847,000.64	54.33
2029	Rp 23,989,736,717.78	Rp 24,321,515,235.62	Rp 15,558,146,398.51	Rp 63,869,398,351.92	67.25
2030	Rp 28,599,006,471.88	Rp 28,994,531,278.61	Rp 18,547,411,952.70	Rp 76,140,949,703.20	80.17
2031	Rp 33,208,276,225.98	Rp 33,667,547,321.61	Rp 21,536,677,506.89	Rp 88,412,501,054.48	93.09
2032	Rp 37,817,545,980.08	Rp 38,340,563,364.60	Rp 24,525,943,061.08	Rp 100,684,052,405.76	106.01
2033	Rp 42,426,815,734.18	Rp 43,013,579,407.59	Rp 27,515,208,615.26	Rp 112,955,603,757.04	118.94

577,336,226,762.75

Tahun	Stevedoring (Milion Rp)	Cargodoring (Milion Rp)	Receiving/Delivery (Milion Rp)	Total (Milion Rp)
2024	0.94	0.96	0.61	2.51
2025	5.55	5.63	3.60	14.78
2026	10.16	10.30	6.59	27.05
2027	14.77	14.98	9.58	39.33
2028	19.38	19.65	12.57	51.60
2029	23.99	24.32	15.56	63.87
2030	28.60	28.99	18.55	76.14
2031	33.21	33.67	21.54	88.41
2032	37.82	38.34	24.53	100.68
2033	42.43	43.01	27.52	112.96

Investasi Dermaga	Rp 106,918,806,164.72				
Tenor	10				
Grace Period	0				
Suku bunga	8.00%	/tahun			
Pertambahan pengeluaran	5.00%				
Pertambahan penerimaan	10.00%				
Tahun	0	1	2	3	4
Faktor Anuitas		0.149	0.149	0.149	0.149
Periode mengangsur		Bayar	Bayar	Bayar	Bayar
Angsuran		Rp (34,400,429,679.44)	Rp (34,400,429,679.44)	Rp (34,400,429,679.44)	Rp (34,400,429,679.44)
Pengeluaran		Rp (36,509,017,972.71)	Rp (38,334,468,871.35)	Rp (40,251,192,314.91)	Rp (42,263,751,930.66)
Penerimaan		Rp 2,511,641,595.51	Rp 14,783,192,946.79	Rp 27,054,744,298.07	Rp 39,326,295,649.35
Net Cash	0	Rp (68,397,806,056.64)	Rp (57,951,705,603.99)	Rp (47,596,877,696.28)	Rp (37,337,885,960.74)
	a0	a1	a2	a3	a4
Present Value Factor, PVF	1.000	0.926	0.857	0.794	0.735
PVF*Net Cash	0	Rp (63,331,301,904.30)	Rp (49,684,246,917.00)	Rp (37,783,936,087.20)	Rp (27,444,460,821.46)
Net Present Value, NPV1	Rp (193,973,857,674.35)				
Net Present Value, NPV2	Rp (193,973,857,674.35)				

5	6	7	8	9	10
0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	0.149
Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar	Bayar
Rp (34,400,429,679.44)	Rp (34,400,429,679.44)	Rp (34,400,429,679.44)	Rp (34,400,429,679.44)	Rp (34,400,429,679.44)	Rp (34,400,429,679.44)
Rp (44,376,939,527.19)	Rp (46,595,786,503.55)	Rp (48,925,575,828.73)	Rp (51,371,854,620.17)	Rp (53,940,447,351.17)	Rp (56,637,469,718.73)
Rp 51,597,847,000.64	Rp 63,869,398,351.92	Rp 76,140,949,703.20	Rp 88,412,501,054.48	Rp 100,684,052,405.76	Rp 112,955,603,757.04
Rp (27,179,522,205.99)	Rp (17,126,817,831.07)	Rp (7,185,055,804.97)	Rp 2,640,216,754.88	Rp 12,343,175,375.15	Rp 21,917,704,358.87
a5	a6	a7	a8	a9	a10
0.681	0.630	0.583	0.540	0.500	0.463
Rp (18,497,926,116.80)	Rp (10,792,800,402.30)	Rp (4,192,411,051.62)	Rp 1,426,426,961.00	Rp 6,174,660,732.54	Rp 10,152,137,932.79

LAMPIRAN XIII

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas	1	0.500	3.000	2.000
Curah Kering	2.00	1	4.000	2.000
Curah Cair	0.3	0.250	1	0.50
General Cargo	0.5	0.5	2.00	1
Total	3.83	2.25	10.000	5.500

Vektor Prioritas : Pembagian matriks dengan Jumlah

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Petikemas	0.26	0.22	0.30	0.36	1.15	0.38	4.05
Curah Kering	0.52	0.44	0.40	0.36	1.73	0.58	4.07
Curah Cair	0.09	0.11	0.10	0.09	0.39	0.13	4.04
General Cargo	0.13	0.22	0.20	0.18	0.73	0.24	4.02
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.33	4.05 $\lambda$ max

CI 0.015  
RI 0.9  
CR 0.017 Diterima Batas CR < 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.667	1	2
0.333	0.5	0.667	1
0.25	0.4	0.5	0.667
0.2	0.333	0.4	0.5
0.167	0.286	0.333	0.4
0.143	0.25	0.286	0.333
0.125	0.222	0.25	0.286
0.111	0.222	0.222	0.25

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \lambda}{n}$$

Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Petikemas			Curah Cair			Curah Kering	
	l	m	u	l	m	u	l	m
Petikemas	1	1	1	0.67	1.00	2.00	1.000	1.5
Curah Kering	0.50	1	2	1	1	1	1.5	2.000
Curah Cair	0.50	1	1	0.40	0.50	0.67	1	1
General Cargo	0.7	1	2.0	0.67	1.00	2.00	0.500	1

Bilangan Tringular Fuzzy

	l	m	u
Petikemas	3.17	4.50	6.50
Curah Kering	3.50	5.00	6.50
Curah Cair	2.57	3.17	4.67
General Cargo	2.8	4.00	6.50
Total	12.07	16.67	24.17

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Petikemas	0.13	0.27	0.54
Curah Kering	0.14	0.30	0.54
Curah Cair	0.11	0.19	0.39
General Cargo	0.12	0.24	0.54
Total	0.50	1.00	2.00

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

9	10	11	12	13	14	15
1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

	General Cargo		
u	l	m	u
2	0.500	1.000	1.5
2.500	0.500	1.000	1.5
1	0.667	1	2.000
1.5	1	1	1



	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas		0.93	1.00	1.00
Curah Kering	1		1	1.00
Curah Cair	0.762	0.69		0.84
General Cargo	0.931	0.87	0.844	

Nilai Bobot

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total
W	0.929	1	0.687	0.844	3.460

Normalisasi Bobot

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total
W	0.269	0.289	0.199	0.244	1.000

Kriteria	Nilai Bobot	Normalisasi Bobot	Rangking
Petikemas	0.929	0.269	2
Curah Kering	1.000	0.289	1
Curah Cair	0.687	0.199	4
General Cargo	0.844	0.244	3
Total	3.460	1.000	

## LAMPIRAN XIV

Kriteria		Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang	Responden 1	1	0.5	3
	Responden 2	1	3.00	4.00
	Responden 3	1	0.50	3.00
	Responden 4	1	0.50	4.00
	Responden 5	1	0.33	3
Profitabilitas	Responden 1	2	1	4
	Responden 2	0.25	1	3
	Responden 3	2.00	1	4
	Responden 4	2.00	1	3
	Responden 5	3	1	4
Dampak Lingkungan	Responden 1	0.33	0.25	1
	Responden 2	0.25	0.33	1
	Responden 3	0.33	0.25	1
	Responden 4	0.25	0.33	1
	Responden 5	0.33	0.25	1

Responden	Kriteria	Subkriteria Kapasitas Terpasang	Subkriteria Profitabilitas	Subkriteria Dampak Lingkungan
	CR	CR	CR	CR
Responden 1	0.016	0.017	0.017	0.008
Responden 2	0.009	0.017	0.017	0.033
Responden 3	0.016	0.017	0.017	0.033
Responden 4	0.094	0.017	0.017	0.046
Responden 5	0.064	0.017	0.017	0.094

LAMPIRAN XIV A

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang	1	0.500	3
Profitabilitas	2	1	4
Dampak Lingkungan	0.33	0.25	1
Total	3	1.75	8

Vektor Prioritas : Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Kapasitas Terpasang	0.30	0.29	0.38	0.96	0.32	3.02
Profitabilitas	0.60	0.57	0.50	1.67	0.56	3.03
Dampak Lingkungan	0.10	0.14	0.13	0.37	0.12	3.01
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.02 $\lambda_{max}$

CI 0.009  
RI 0.58  
CR 0.016 Diterima Batas CR < 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN			
	l	m	u	
1	1	1	1	1
2	0.5		1	1.5
3	1		1.5	2
4	1.5		2	2.5
5	2		2.5	3
6	2.5		3	3.5
7	3		3.5	4
8	3.5		4	4.5
9	4		4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)			
1	1		1	1
0.5	0.667		1	2
0.333	0.5		0.667	1
0.25	0.4		0.5	0.667
0.2	0.333		0.4	0.5
0.167	0.286		0.333	0.4
0.143	0.25		0.286	0.333
0.125	0.222		0.25	0.286
0.111	0.222		0.222	0.25

Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Kapasitas Terpasang			Profitabilitas			Dampak Lin	
	l	m	u	l	m	u	l	m
Kapasitas Terpasang	1	1	1	0.67	1.00	2.00	1	1.5
Profitabilitas	0.50	1	1.50	1	1	1	1.5	2.00
Dampak Lingkungan	0.5	0.666666667	1.000	0.40	0.50	0.666666667	1	1

Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	2.67	3.50	5.00
Profitabilitas	3.00	4.00	5.00
Dampak Lingkungan	1.90	2.17	3
Total	7.57	9.67	12.67

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	0.21	0.36	0.66
Profitabilitas	0.24	0.41	0.66
Dampak Lingkungan	0.15	0.22	0.35
Total	0.60	1.00	1.67

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

9	10	11	12	13	14	15
1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

lingkungan
u
2
2.5
1

Kriteria	Kapasitas	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang		0.89	1.00
Profitabilitas	1		1
Dampak Lingkungan	0.507086	0.38	

Nilai Bobot

	Kapasitas	Profitabilitas	Dampak Lin	Total
W	0.891	1	0.379	2.270

Normalisasi Bobot

	Kapasitas	Profitabilitas	Dampak Lin	Total
W	0.393	0.441	0.167	1.000

LAMPIRAN XIV B

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang	1	3.00	4
Profitabilitas	0.25	1	3
Dampak Lingkungan	0.25	0.33	1
Total	2	4.33	8

Vektor Prioritas : Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Kapasitas Terpasang	0.67	0.69	0.50	1.86	0.62	3.04
Profitabilitas	0.17	0.23	0.38	0.77	0.26	3.03
Dampak Lingkungan	0.17	0.08	0.13	0.37	0.12	2.96
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.01 $\lambda_{\max}$

CI 0.005  
RI 0.58  
CR 0.009 Diterima Batas CR < 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.667	1	2
0.333	0.5	0.667	1
0.25	0.4	0.5	0.667
0.2	0.333	0.4	0.5
0.167	0.286	0.333	0.4
0.143	0.25	0.286	0.333
0.125	0.222	0.25	0.286
0.111	0.222	0.222	0.25

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum \lambda}{n}$$



Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Kapasitas Terpasang			Profitabilitas			Dampak Lin	
	l	m	u	l	m	u	l	m
Kapasitas Terpasang	1	1	1	1.00	1.50	2.000	1.5	2
Profitabilitas	0.40	0.5	0.667	1	1	1	1	1.50
Dampak Lingkungan	0.4	0.500	0.667	0.50	0.67	1.000	1	1

Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	3.50	4.50	5.50
Profitabilitas	2.40	3.00	3.67
Dampak Lingkungan	1.90	2.17	3
Total	7.80	9.67	11.83

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	0.30	0.47	0.71
Profitabilitas	0.20	0.31	0.47
Dampak Lingkungan	0.16	0.22	0.34
Total	0.66	1.00	1.52

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

9	10	11	12	13	14	15
1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

gkungan
u
2.5
2
1

Kriteria	Kapasitas	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang		1.00	1.00
Profitabilitas	0.529043		1
Dampak Lingkungan	0.160376	0.62	

Nilai Bobot

	Kapasitas	Profitabilitas	Dampak Lin	Total
W	1.000	0.529043069	0.160	1.689

Normalisasi Bobot

	Kapasitas	Profitabilitas	Dampak Lin	Total
W	0.592	0.313	0.095	1.000

LAMPIRAN XIV C

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang	1	0.50	3
Profitabilitas	2.0	1	4
Dampak Lingkungan	0.333	0.25	1
Total	3.33	1.75	8

Vektor Prioritas : Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Kapasitas Terpasang	0.30	0.29	0.38	0.96	0.32	3.02
Profitabilitas	0.60	0.57	0.50	1.67	0.56	3.03
Dampak Lingkungan	0.10	0.14	0.13	0.37	0.12	3.01
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.02 $\lambda$ max

CI 0.009  
RI 0.58  
CR 0.016 Diterima Batas CR < 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.667	1	2
0.333	0.5	0.667	1
0.25	0.4	0.5	0.667
0.2	0.333	0.4	0.5
0.167	0.286	0.333	0.4
0.143	0.25	0.286	0.333
0.125	0.222	0.25	0.286
0.111	0.222	0.222	0.25

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum \lambda}{n}$$

Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Kapasitas Terpasang			Profitabilitas			Dampak Lin	
	l	m	u	l	m	u	l	m
Kapasitas Terpasang	1	1	1	0.67	1.00	2.00	1	1.5
Profitabilitas	0.50	1	1.50	1	1	1	1.5	2.00
Dampak Lingkungan	0.5	0.667	1	0.40	0.50	0.667	1	1

Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	2.67	3.50	5.00
Profitabilitas	3.00	4.00	5.00
Dampak Lingkungan	1.90	2.17	3
Total	7.57	9.67	12.67

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	0.21	0.36	0.66
Profitabilitas	0.24	0.41	0.66
Dampak Lingkungan	0.15	0.22	0.35
Total	0.60	1.00	1.67

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

9	10	11	12	13	14	15
1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

gkungan
u
2
2.5
1

Kriteria	Kapasitas	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang		0.89	1.00
Profitabilitas	1		1
Dampak Lingkungan	0.507086	0.38	

Nilai Bobot

	Kapasitas	Profitabilitas	Dampak Lin	Total
W	0.891	1	0.379	2.270

Normalisasi Bobot

	Kapasitas	Profitabilitas	Dampak Lin	Total
W	0.393	0.441	0.167	1.000

LAMPIRAN XIV D

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang	1	0.500	4
Profitabilitas	2.00	1	3
Dampak Lingkungan	0.25	0.33	1
Total	3.25	1.83	8.000

Vektor Prioritas : Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Kapasitas Terpasang	0.31	0.27	0.50	1.08	0.36	3.13
Profitabilitas	0.62	0.55	0.38	1.54	0.51	3.16
Dampak Lingkungan	0.08	0.18	0.13	0.38	0.13	3.04
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.11 $\lambda_{max}$

CI 0.054  
RI 0.58  
CR 0.094 Diterima Batas CR < 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.667	1	2
0.333	0.5	0.667	1
0.25	0.4	0.5	0.667
0.2	0.333	0.4	0.5
0.167	0.286	0.333	0.4
0.143	0.25	0.286	0.333
0.125	0.222	0.25	0.286
0.111	0.222	0.222	0.25

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum \lambda}{n}$$



Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Kapasitas Terpasang			Profitabilitas			Dampak I	
	l	m	u	l	m	u	l	m
Kapasitas Terpasang	1	1	1	0.67	1.00	2.00	1.5	2
Profitabilitas	0.50	1	1.50	1	1	1	1	1.50
Dampak Lingkungan	0.4	0.5	0.666666667	0.50	0.67	1	1	1

Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	3.17	4.00	5.50
Profitabilitas	2.50	3.50	4.50
Dampak Lingkungan	1.90	2.17	3
Total	7.57	9.67	12.67

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	0.25	0.41	0.73
Profitabilitas	0.20	0.36	0.59
Dampak Lingkungan	0.15	0.22	0.35
Total	0.60	1.00	1.67

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}.$$

9	10	11	12	13	14	15
1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

lingkungan
u
2.5
2
1

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang		1.00	1.00
Profitabilitas	0.869527733		1
Dampak Lingkungan	0.350669614	0.53	

Nilai Bobot

	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total
W	1.000	0.869527733	0.351	2.220

Normalisasi Bobot

	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total
W	0.450	0.392	0.158	1.000

LAMPIRAN XIV E

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang	1	0.333	3
Profitabilitas	3	1	4
Dampak Lingkungan	0.33	0.25	1
Total	4.33	1.58	8

Vektor Prioritas : Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Kapasitas Terpasang	0.23	0.21	0.38	0.82	0.27	3.07
Profitabilitas	0.69	0.63	0.50	1.82	0.61	3.13
Dampak Lingkungan	0.08	0.16	0.13	0.36	0.12	3.02
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.07 $\lambda_{max}$

CI 0.037  
RI 0.58  
CR 0.064 Diterima Batas CR < 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.667	1	2
0.333	0.5	0.667	1
0.25	0.4	0.5	0.667
0.2	0.333	0.4	0.5
0.167	0.286	0.333	0.4
0.143	0.25	0.286	0.333
0.125	0.222	0.25	0.286
0.111	0.222	0.222	0.25

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum \lambda}{n}$$

Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Kapasitas Terpasang			Profitabilitas			Dampak Lin	
	l	m	u	l	m	u	l	m
Kapasitas Terpasang	1	1	1	0.50	0.67	1.00	1	1.5
Profitabilitas	1.00	1.5	2.00	1	1	1	1.5	2.00
Dampak Lingkungan	0.500	0.667	1	0.40	0.50	0.667	1	1

Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	2.50	3.17	4.00
Profitabilitas	3.50	4.50	5.50
Dampak Lingkungan	1.90	2.17	3
Total	7.90	9.83	12.17

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	0.21	0.32	0.51
Profitabilitas	0.29	0.46	0.70
Dampak Lingkungan	0.16	0.22	0.34
Total	0.65	1.00	1.54

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

9	10	11	12	13	14	15
1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

gkungan
u
2
2.5
1

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang		0.62	1.00
Profitabilitas	1		1
Dampak Lingkungan	0.564975421	0.17	

Nilai Bobot

	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total
W	0.617	1	0.174	1.791

Normalisasi Bobot

	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total
W	0.345	0.558	0.097	1.000

## LAMPIRAN XV

### Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Kapasitas Terpasang			Profitabilitas			Dampak Lingkungan		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Kapasitas Terpasang	1.00	1.00	1.00	0.26	1.38	16.00	2.25	9.76	28.72
Profitabilitas	0.05	0.54	2.58	1.00	1.00	1.00	2.44	10.34	30.03
Dampak Lingkungan	0.03	0.10	0.44	0.03	0.10	0.41	1.00	1.00	1.00

### Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	3.51	12.14	45.72
Profitabilitas	3.49	11.88	33.61
Dampak Lingkungan	1.07	1.20	1.85
Total	8.07	25.22	81.18

### Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Kapasitas Terpasang	0.04	0.48	5.67
Profitabilitas	0.04	0.47	4.17
Dampak Lingkungan	0.01	0.05	0.23
Total	0.10	1.00	10.06

### Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}.$$

Kriteria	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan
Kapasitas Terpasang		1.00	1
Profitabilitas	0.997		1
Dampak Lingkungan	0.30	0.31	

Nilai Bobot

	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total
W	1.000	1	0.301	2.298

Normalisasi Bobot

	Kapasitas Terpasang	Profitabilitas	Dampak Lingkungan	Total
W	0.435	0.434	0.131	1

Kriteria	Nilai Bobot	Normalisasi Bobot	Rangking
Kapasitas Terpasang	1.000	0.435	1
Profitabilitas	0.997	0.434	2
Dampak Lingkungan	0.301	0.131	3
Total	2.298	1	



LAMPIRAN XVI A

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Matriks Level 2 Dampak Lingkungan

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi	1	0.25	1
Teknologi	4	1	3
Panorama Alam	1	0.33	1
Total	6	1.58	5

Vektor Prioritas

Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Biologi	0.17	0.16	0.20	0.52	0.17	3.01
Teknologi	0.67	0.63	0.60	1.90	0.63	3.02
Panorama Alam	0.17	0.21	0.20	0.58	0.19	3.01
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.01 $\lambda_{max}$

CI	0.005		
RI	0.58		
CR	0.008	Diterima	Batas CR < 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.667	1	2
0.333	0.5	0.667	1
0.25	0.4	0.5	0.667
0.2	0.333	0.4	0.5
0.167	0.286	0.333	0.4
0.143	0.25	0.286	0.333
0.125	0.222	0.25	0.286
0.111	0.222	0.222	0.25



Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Biologi			Teknologi			Panorama Alam		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Biologi	1	1	1	0.40	0.50	0.67	1	1	1
Teknologi	1.5	2.00	2.5	1	1	1	1	1.50	2
Panorama Alam	1	1	1	0.50	0.67	1.00	1	1	1

Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Biologi	2.40	2.50	2.67
Teknologi	3.5	4.5	5.5
Panorama Alam	2.50	2.67	3.00
Total	8.40	9.67	11.167

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Biologi	0.21	0.26	0.32
Teknologi	0.31	0.47	0.65
Panorama Alam	0.22	0.28	0.36
Total	0.75	1.00	1.33

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi		0.02	0.84442151
Teknologi	1		1
Panorama Alam	1	0.19	

Nilai Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama Alam	Total
W	0.02	1	0.19	1.21

Normalisasi Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama Alam	Total
W	0.02	0.83	0.16	1.00

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

10	11	12	13	14	15
1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

LAMPIRAN XVI B

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Matriks Level 2 Dampak Lingkungan

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi	1	0.33	3
Teknologi	3	1	5
Panorama Alam	0.33	0.20	1
Total	4.33	1.53	9

Vektor Prioritas  
Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	1.1	1.2	1.3	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
1.1	0.23	0.22	0.33	0.78	0.26	3.03
1.2	0.69	0.65	0.56	1.90	0.63	3.07
1.3	0.08	0.13	0.11	0.32	0.11	3.01
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.04 $\lambda_{max}$

CI	0.019
RI	0.58
CR	0.033
Diterima	Batas CR
	< 0,1

Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.666667	1	2
0.333333333	0.5	0.666667	1
0.25	0.4	0.5	0.666667
0.2	0.333333	0.4	0.5
0.166666667	0.285714	0.333333	0.4
0.142857143	0.25	0.285714	0.333333
0.125	0.222222	0.25	0.285714
0.111111111	0.222222	0.222222	0.25

14	15
1.57	1.59

### Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Biologi			Teknologi			Panorama Alam		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Biologi	1		1	0.5	0.666666667		1	1.50	2
Teknologi	1	1.5	2	1	1		2	2.50	3
Panorama Alam	0.50	0.67	1.00	0.33	0.40	0.5	1	1	1

### Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Biologi	2.5	3.17	4
Teknologi	4	5.00	6
Panorama Alam	1.83	2.07	2.50
Total	8.33	10.23	12.50

### Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Biologi	0.20	0.31	0.48
Teknologi	0.32	0.49	0.72
Panorama Alam	0.15	0.20	0.30
Total	0.67	1.00	1.50

### Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi		0.471763	1
Teknologi	1.00		1
Panorama Alam	0.482	0.00	

### Nilai Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama	Total
W	0.472	1.00	0	1.47

### Normalisasi Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama	Total
W	0.32	0.68	0	1

LAMPIRAN XVI C

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)	1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	1/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)	1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)	1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)	2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)	1/9, 2/9, 1/4)

Matriks Level 2 Dampak Lingkungan

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi	1	0.33	3
Teknologi	3	1	5
Panorama Alam	0.33	0.20	1
Total	4	1.53	9

Vektor Prioritas

Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Biologi	0.23	0.22	0.33	0.78	0.26	3.03
Teknologi	0.69	0.65	0.56	1.90	0.63	3.07
Panorama Alam	0.08	0.13	0.11	0.32	0.11	3.01
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.04 $\lambda_{max}$

CI 0.019357  
RI 0.58  
CR 0.033375 Diterima Batas CR < 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.667	1	2
0.333	0.5	0.667	1
0.25	0.4	0.5	0.667
0.2	0.333	0.4	0.5
0.167	0.286	0.333	0.4
0.143	0.25	0.286	0.333
0.125	0.222	0.25	0.286
0.111	0.222	0.222	0.25





Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Biologi			Teknologi			Panorama Alam		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Biologi	1	1	1	0.50	0.67	1.00	1	1.5	2
Teknologi	1	1.50	2	1	1	1	2	2.50	3
Panorama Alam	0.5	0.66666667	1	0.33	0.40	0.50	1	1	1

Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Biologi	2.50	3.17	4.00
Teknologi	4	5	6
Panorama Alam	1.83	2.07	2.50
Total	8.33	10.23	12.5

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Biologi	0.20	0.31	0.48
Teknologi	0.32	0.49	0.72
Panorama Alam	0.15	0.20	0.30
Total	0.67	1.00	1.50

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi		0.47	1
Teknologi	1		1
Panorama Alam	0.481947	0.00	

Nilai Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama	Total
W	0.47	1	0.00	1.47

Normalisasi Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama	Total
W	0.32	0.68	0.00	1

11	12	13	14	15
1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

LAMPIRAN XVII D

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Matriks Level 2 Dampak Lingkungan

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi	1	0.33	2
Teknologi	3	1	3
Panorama Alam	0.50	0.33	1
Total	5	1.67	6

Vektor Prioritas

Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Biologi	0.22	0.20	0.33	0.76	0.25	3.04
Teknologi	0.67	0.60	0.50	1.77	0.59	3.09
Panorama Alam	0.11	0.20	0.17	0.48	0.16	3.02
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.05 $\lambda_{max}$

CI 0.026952

RI 0.58

CR 0.046469

Diterima

Batas CR

< 0,1

Nilai Kepentingan an AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.666667	1	2
0.333333	0.5	0.666667	1
0.25	0.4	0.5	0.666666667
0.2	0.333333	0.4	0.5
0.166667	0.285714	0.333333	0.4
0.142857	0.25	0.285714	0.333333333
0.125	0.222222	0.25	0.285714286
0.111111	0.222222	0.222222	0.25



Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Biologi			Teknologi			Panorama Alam		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Biologi	1	1	1	0.50	0.67	1.00	0.5	1	1.5
Teknologi	1	1.50	2	1	1	1	1	1.50	2
Panorama Alam	0.666667	1	2	0.50	0.67	1.00	1	1	1

Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Biologi	2.00	2.67	3.50
Teknologi	3	4	5
Panorama Alam	2.17	2.67	4.00
Total	7.17	9.33	12.5

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Biologi	0.16	0.29	0.49
Teknologi	0.24	0.43	0.70
Panorama Alam	0.17	0.29	0.56
Total	0.57	1.00	1.74

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi		0.63	1
Teknologi	1		1
Panorama Alam	1	0.69	

Nilai Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama	Total
W	0.63	1	0.69	2.32

Normalisasi Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama	Total
W	0.27	0.43	0.30	1

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

12	13	14	15
1.48	1.56	1.57	1.59

LAMPIRAN XVI E

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Matriks Level 2 Dampak Lingkungan

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi	1	0.25	2
Teknologi	4	1	3
Panorama Alam	0.50	0.33	1
Total	6	1.58	6

Vektor Prioritas  
Pembagian matriks dengan Jumlah

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Biologi	0.18	0.16	0.33	0.67	0.22	3.08
Teknologi	0.73	0.63	0.50	1.86	0.62	3.20
Panorama Alam	0.09	0.21	0.17	0.47	0.16	3.04
Total	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.11 $\lambda_{max}$

CI

0.055

RI

0.58

CR

0.094

Diterima

Batas CR

< 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.667	1	2
0.333	0.5	0.667	1
0.25	0.4	0.5	0.667
0.2	0.333	0.4	0.5
0.167	0.286	0.333	0.4
0.143	0.25	0.286	0.333
0.125	0.222	0.25	0.286
0.111	0.222	0.222	0.25





Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Biologi			Teknologi			Panorama Alam		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Biologi	1	1	1	0.40	0.50	0.67	0.5	1	1.5
Teknologi	1.5	2.00	2.5	1	1	1	1	1.50	2
Panorama Alam	0.666667	1	2	0.50	0.67	1.00	1	1	1

Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Biologi	1.90	2.50	3.17
Teknologi	3.5	4.5	5.5
Panorama Alam	2.17	2.67	4.00
Total	7.57	9.67	12.66666667

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Biologi	0.15	0.26	0.42
Teknologi	0.28	0.47	0.73
Panorama Alam	0.17	0.28	0.53
Total	0.60	1.00	1.67

Kriteria	Biologi	Teknologi	Panorama Alam
Biologi		0.41	0.934862
Teknologi	1		1
Panorama Alam	1	0.57	

Nilai Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama	Total
W	0.41	1	0.57	1.98

Normalisasi Bobot

	Biologi	Teknologi	Panorama	Total
W	0.21	0.51	0.29	1

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

11	12	13	14	15
1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

LAMPIRAN XVIII

Intensitas Kepentingan AHP	Himpunan Linguistik	Triangular Fuzzy Number (TFN)	Reciprocal (Kebalikan)
1	Perbandingan elemen yang sama ( <i>Just Equal</i> )	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya ( <i>moderately important</i> )	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> ) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Strongly Important</i> )	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan ( <i>Intermediate</i> )	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari yang lainnya ( <i>Extremely Strong</i> )	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas	1	2.000	4.000	2.000
Curah Kering	0.50	1	3.000	2.000
Curah Cair	0.3	0.333	1	0.50
General Cargo	0.5	0.5	2.00	1
Total	2.25	3.83	10.000	5.500

Vektor Prioritas : Pembagian matriks dengan Jumlah

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total	Vektor Prioritas	Consistency Measure
Petikemas	0.44	0.52	0.40	0.36	1.73	0.58	4.07
Curah Kering	0.22	0.26	0.30	0.36	1.15	0.38	4.05
Curah Cair	0.11	0.09	0.10	0.09	0.39	0.13	4.04
General Cargo	0.22	0.13	0.20	0.18	0.73	0.24	4.02
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.33	4.05

$\lambda_{\max}$

CI 0.015

RI 0.9

CR 0.017 Diterima Batas CR

< 0,1

Nilai Kepentingan AHP	Skala TFN		
	l	m	u
1	1	1	1
2	0.5	1	1.5
3	1	1.5	2
4	1.5	2	2.5
5	2	2.5	3
6	2.5	3	3.5
7	3	3.5	4
8	3.5	4	4.5
9	4	4.5	4.5
Invers Nilai AHP	Inverse (Reciprocal TFN)		
1	1	1	1
0.5	0.667	1	2
0.333	0.5	0.667	1
0.25	0.4	0.5	0.667
0.2	0.333	0.4	0.5
0.167	0.286	0.333	0.4
0.143	0.25	0.286	0.333
0.125	0.222	0.25	0.286
0.111	0.222	0.222	0.25

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum \lambda}{n}$$

Daftar Indeks random konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41

Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Petikemas			Curah Cair			Curah Kering	
	l	m	u	l	m	u	l	m
Petikemas	1	1	1	0.50	1.00	1.50	1.500	2
Curah Kering	0.67	1	2	1	1	1	1	1.500
Curah Cair	0.40	1	1	0.50	0.67	1.00	1	1
General Cargo	0.7	1	2.0	0.67	1.00	2.00	0.500	1

Bilangan Tringular Fuzzy

	l	m	u
Petikemas	3.50	5.00	6.50
Curah Kering	3.17	4.50	6.50
Curah Cair	2.57	3.17	4.67
General Cargo	2.8	4.00	6.50
Total	12.07	16.67	24.17

Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Petikemas	0.14	0.30	0.54
Curah Kering	0.13	0.27	0.54
Curah Cair	0.11	0.19	0.39
General Cargo	0.12	0.24	0.54
Total	0.50	1.00	2.00

Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

9	10	11	12	13	14	15
1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

	General Cargo		
u	l	m	u
2.5	0.500	1.000	1.5
2.000	0.500	1.000	1.5
1	0.667	1	2.000
1.5	1	1	1

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
Petikemas		1.00	1.00	1.00
Curah Kering	0.9292196		1	1.00
Curah Cair	0.687	0.76		0.84
General Cargo	0.868	0.93	0.844	

Nilai Bobot

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total
W	1.000	0.92921965	0.687	0.844	3.460

Normalisasi Bobot

	Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo	Total
W	0.289	0.269	0.199	0.244	1.000

Kriteria	Nilai Bobot	Normalisasi Bobot	Rangking
Petikemas	1.000	0.289	1
Curah Kering	0.929	0.269	2
Curah Cair	0.687	0.199	4
General Cargo	0.844	0.244	3
Total	3.460	1.000	



LAMPIRAN XIX

Penilaian

Nilai						
No.	Kriteria Terpilih		Petikemas	Curah Kering	Curah Cair	General Cargo
1	Kapasitas Terpasang					
		(berdasarkan perhitungan)	4	3	1	2
2	Profitabilitas					
		(berdasarkan perhitungan)	3	4	1	2
3	Dampak Lingkungan					
3.1	Aspek Biologi	Keanekaragaman hayati flora dan fauna perairan (Plankton, bentos, nekton, dan lain sebagainya) dan fungsi lingkungan.	4	3	2	1
3.2	Aspek Teknologi	Menurunnya kualitas air dan udara akibat penggunaan teknologi dalam pembangunan /konstruksi pelabuhan.	4	3	1	2
3.3	Tata Ruang	Penurunan kondisi estetika karena penggunaan lahan	3	2	1	1
			3.667	2.667	1.333	1.333

## LAMPIRAN XVII

### Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy

Kriteria	Biologi			Teknologi			Tata Ruang		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Biologi	1.00	1.00	1.00	0.46	0.59	0.85	0.76	1.18	1.55
Teknologi	1.18	1.68	2.19	1.00	1.00	1.00	1.32	1.84	2.35
Tata Ruang	0.64	0.85	1.32	0.43	0.54	0.76	1.00	1.00	1.00

### Bilangan Tringular Fuzzy

Kriteria	l	m	u
Biologi	2.22	2.77	3.40
Teknologi	3.50	4.52	5.54
Panorama Alam	2.07	2.39	3.08
Total	7.78	9.69	12.02

### Tabel Fuzzy Synthetic

Kriteria	l	m	u
Biologi	0.184	0.286	0.437
Teknologi	0.291	0.467	0.712
Panorama Alam	0.172	0.247	0.396
Total	0.647	1.000	1.545

### Nilai Vektor Fuzzy Synthetic

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1; & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0; & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}; & \text{untuk kondisi lainnya} \end{cases}$$

Subkriteria	Biologi	Teknologi	Tata Ruang
Biologi		0	1
Teknologi	1.00		1
Tata Ruang	0.84	0.32	

Nilai Bobot

	Biologi	Teknologi	Tata Ruang	Total
W	0.447	1.000	0.323	1.770

Normalisasi Bobot

	Biologi	Teknologi	Tata Ruang	Total
W	0.253	0.565	0.182	1

Subkriteria	Nilai Bobot	Normalisasi Bobot	Rangking
Biologi	0.447	0.253	2
Teknologi	1.000	0.565	1
Tata Ruang	0.323	0.182	3
Total	1.770	1.000	

1  
3  
2

## LAMPIRAN XX

### Nilai dan Pembobotan

#### Kapasitas Terpasang

	Nilai	Bobot	N*B
Petikemas	4	0.289	1.156
Curah Kering	3	0.269	0.806
Curah Cair	1	0.199	0.199
General Cargo	2	0.244	0.488

2.648

#### Profitabilitas

	Nilai	Bobot	N*B
Petikemas	3	0.289	0.867
Curah Kering	4	0.199	0.795
Curah Cair	1	0.244	0.244
General Cargo	2	1.000	2.000

3.905

#### Dampak Lingkungan

Subkriteria		Nilai	Bobot	N*B
Biologi	Petikemas	4	0.253	1.011
	Curah Kering	3	0.253	0.758
	Curah Cair	2	0.253	0.505
	General Cargo	1	0.253	0.253
Teknologi	Petikemas	4	0.565	2.260
	Curah Kering	3	0.565	1.695
	Curah Cair	1	0.565	0.565
	General Cargo	2	0.565	1.130
Panorama Alam	Petikemas	3	0.182	0.547
	Curah Kering	2	0.182	0.365
	Curah Cair	1	0.182	0.182
	General Cargo	1	0.182	0.182
		Total	Petikemas	3.818
			Curah Kering	2.818
			Curah Cair	1.253
			General Cargo	1.565

#### Profitabilitas

	Nilai	Bobot	N*B
Petikemas	3.667	0.289	1.060
Curah Kering	2.667	0.269	0.716
Curah Cair	1.333	0.199	0.265
General Cargo	1.333	0.244	0.325

2.366

### Indeks Jenis Terminal

		Nilai	Bobot	N*B	Rata-rata nilai
Kapasitas Terpasang	Petikemas	1.156	0.435	0.503	0.288
	Curah Kering	0.806	0.435	0.351	
	Curah Cair	0.199	0.435	0.086	
	General Cargo	0.488	0.435	0.212	
Profitabilitas	Petikemas	0.867	0.434	0.376	0.424
	Curah Kering	0.795	0.434	0.345	
	Curah Cair	0.244	0.434	0.106	
	General Cargo	2.000	0.434	0.868	
Dampak Lingkungan	Petikemas	3.818	0.131	0.500	0.309
	Curah Kering	2.818	0.131	0.369	
	Curah Cair	1.253	0.131	0.164	
	General Cargo	1.565	0.131	0.205	
				Index	1.021

Nilai Kriteria Kapasitas Terpasang 0.662

Nilai Kriteria Kapasitas Terpasang 0.976

### Dampak Lingkungan

	Nilai	Bobot	N*B
Biologi	2.500	0.253	0.632
Teknologi	2.5	0.565	1.413
Panorama Alam	1.75	0.182	0.319
Nilai Kriteria Dampak Lingkungan	2.363		

Kriteria	Nilai	Bobot	NxB
Kapasitas Terpasang	0.662	0.435	0.288
Profitabilitas	0.976	0.434	0.424
Dampak Lingkungan	2.363	0.131	0.309
		Indeks	1.021

### Nilai total tiap jenis terminal Pelabuhan

Jenis Terminal Pelabuhan	Nilai Indeks Total	Ranking
Petikemas	1.379	1
Curah Kering	1.064	3
Curah Cair	0.356	4
General Cargo	1.285	2